Geografia

Cartografia

Marcus Vinicius Chagas da Silva
Érika Gomes Brito

Ed UECE

Geografia

História

Educação Física

Química

Ciências Biológicas

Artes Plásticas

Computação

Física

Matemática

Pedagogia

Geografia

Cartografia

Marcus Vinicius Chagas da Silva
Érika Gomes Brito

1ª edição
Fortaleza - Ceará

Ed UECE

2019

Geografia

História

Educação Física

Química

Ciências Biológicas

Artes Visuais

Computação

Física

Matemática

Pedagogia

Copyright © 2019. Todos os direitos reservados desta edição à UAB/UECE. Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, dos autores.

Editora Filiada à

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EDITORAS UNIVERSITÁRIAS

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Educação
Abraham Bragança de Vasconcellos Weintraub

Presidente da CAPES
Abilio Baeta Neves

Diretor de Educação a Distância da CAPES
Carlos Cezar Modernel Lenuzza

Governador do Estado do Ceará
Camilo Sobreira de Santana

Reitor da Universidade Estadual do Ceará
José Jackson Coelho Sampaio

Vice-Reitor
Hidelbrando dos Santos Soares

Pró-Reitor de Pós-Graduação
Jerffeson Teixeira de Souza

Coordenador da SATE e UAB/UECE
Francisco Fábio Castelo Branco

Coordenadora Adjunta UAB/UECE
Eloísa Maia Vidal

Direção do CED/UECE
José Albio Moreira de Sales

Coordenação da Licenciatura em Geografia
Denise Cristina Bomtempo

Coordenação de Tutoria da Licenciatura em Geografia
Edilson Alves Pereira Jr.

Editor da EdUECE
Erasmo Miessa Ruiz

Coordenadora Editorial
Rocylânia Isidio de Oliveira

Projeto Gráfico e Capa
Roberto Santos

Diagramador
Francisco Oliveira

Revisora Ortográfica
Fernanda Ribeiro

Conselho Editorial

Antônio Luciano Pontes
Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes
Emanuel Ângelo da Rocha Fragoso
Francisco Horácio da Silva Frota
Francisco Josênio Camelo Parente
Gisafran Nazareno Mota Jucá
José Ferreira Nunes
Liduina Farias Almeida da Costa
Lucili Grangeiro Cortez
Luiz Cruz Lima
Manfredo Ramos
Marcelo Gurgel Carlos da Silva
Marcony Silva Cunha
Maria do Socorro Ferreira Osterne
Maria Salete Bessa Jorge
Silvia Maria Nóbrega-Therrien

Conselho Consultivo

Antônio Torres Montenegro (UFPE)
Eliane P. Zamith Brito (FGV)
Homero Santiago (USP)
Ieda Maria Alves (USP)
Manuel Domingos Neto (UFF)
Maria do Socorro Silva Aragão (UFC)
Maria Lírida Callou de Araújo e Mendonça (UNIFOR)
Pierre Salama (Universidade de Paris VIII)
Romeu Gomes (FIOCRUZ)
Túlio Batista Franco (UFF)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema de Bibliotecas
Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho
Lúcia Oliveira – CRB-3 / 304
Bibliotecário

S586c Silva, Marcus Vinícius Chagas da
Cartografia / Marcus Vinícius Chagas da Silva, Érika Gomes Brito. - Fortaleza : EdUECE, 2015.
128 p. : il. ; 20,0cm x 25,5cm. (Geografia)

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-7826-571-7

1. Cartografia - Conceitos básicos. 2. Representação cartográfica. I. Brito, Érika Gomes. II. Título. III. Série.

CDD: 526

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará
CEP: 60714-903 – Fone: (85) 3101-9893
Internet: www.uece.br – E-mail: eduece@uece.br

Secretaria de Apoio às Tecnologias Educacionais
Fone: (85) 3101-9962

Sumário

Apresentação 5

Capítulo 1 – A Cartografia – Conceitos básicos, Histórico e Procedimentos 7

1. A Cartografia 9
2. Relações Interdisciplinares da Cartografia e Geografia 9
3. História dos Mapas e a Cartografia: 11
4. Características de representação cartográfica 17

Capítulo 2 – Sistemas geodésicos e representação cartográfica 21

1. Sistemas geodésicos 23
   1.1 Histórico sobre as formas da Terra 23
2. Sistema geodésico 27
   2.1 South American Datum 1969 – (SAD-1969) 28
   2.2. Sistema de referencia geocêntrico para as Américas – (SIRGAS 2000) 29
   2.3 Alterar de SAD 69 para SIRGAS 2000 32

Capítulo 3 – Escala 35

1. Escala 37
   1.1 Sistema métrico decimal 37
   1.2 Tamanhos de papel 38
   1.3 Instrumentos para desenhar 39
2. Representação da escala 39
   2.1 Escala numérica 40
   2.2 Escala gráfica 40
   Escala nominal 41
3. Escolha da escala 41

Capítulo 4 – Projeção e coordenada 45

1. Projeção 47
   1.1 Características das Projeções 48
   1.2 Histórico das projeções utilizadas no Brasil. 51
   1.3 Projeções mais utilizadas no Brasil 51
2. Coordenada 55

Capítulo 5 – Sistemas de Posicionamento Global – GPS 59

1. Sistema GPS 62
   1.1. Segmentos do Sistema GPS 62
2. Cartografia e o sistema GPS 64

3. Métodos de posicionamento 65
4. Outros sistemas de posicionamento global 66
Capítulo 6 – Elementos de Representação Cartográfica 73
1. A Linguagem Cartográfica 75
2. A Representação Gráfica 75
2.1. Análise da Informação 76
2.2 Variáveis Visuais 76
2.3 Propriedades Perceptivas 77
2.4. As Cores e os Mapas 77
3. Métodos de Representação da Cartografia Temática 79
4. A Simbologia Cartográfica 80
4.1 Convenções e Legendas 80
4.2 Planimetria 81
4.3 Altimetria 84
Capítulo 7 – Mapas, Cartas e Plantas 87
1. Conceitos 89
2. Características Básicas dos Mapas 90
3. Classificação 91
4. Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM) 96
4.1 Nomenclatura e Desmembramento da CIM 100
5. Outros Tipos de Representação 101
Capítulo 8 – Alfabetização Cartográfica e a Leitura de Mapas 103
1. A cartografia escolar e o ensino de geografia 105
2. Alfabetização Cartográfica e Leitura de Mapas 106
3. Ensinando Cartografia 108
Capítulo 9 – Sensoriamento remoto para cartografia básica 111
1. Introdução ao sensoriamento remoto 113
1.1 Elementos básicos do SR 113
1.2 Radiação eletromagnética 115
2. Sistema de imageamento 117
2.1. Características das imagens 118
2.2. Composição da imagem 120
2.3. Interpretação da imagem 120
3. Outros produtos de sensoriamento remoto 121
Sobre os autores 128

Apresentação

O conhecimento sobre leitura e interpretação de mapas a muito tempo é almejado pelo homem. O conhecimento sobre a Terra foi ampliado baseado no conhecimento cartográfico. Antes mesmo da estruturação da ciência geográfica, a cartografia como concebida hoje em dia já existia, tendo início com as grandes expedições pelo globo e sendo utilizada por todos os povos antigos como os egípcios, fenícios e os gregos.

A geografia quando incorporou a cartografia nos seus estudos ganhou em cunho lógico-formal para explicação dos grandes fenômenos sobre a Terra. Todos os currículos de geografia do Brasil possuem esta disciplina, prova que a cartografia é fundamental para a geografia.

Os conteúdos abordados neste livro foram escolhidos por serem representativos para a cartografia básica. Além disso teremos noções de sensoriamento remoto e aplicação na cartografia no ambiente escolar. O livro está estruturado em duas unidades e nove capítulos. A primeira unidade é composta pelos capítulos que trata deste o histórico da cartografia até os sistemas de navegação. A segunda unidade trata da confecção do mapa em si e a forma de ser trabalhado em sala de aula.

No capítulo 1 será visto os conceitos, definições e evolução da ciência cartográfica, seu relacionamento com a geografia e os primeiros mapas do Brasil. No capítulo 2 iniciará o trabalho cartográfico com os sistemas geodésicos terrestres, histórico sobre as formas das Terra, os sistemas geodésicos que o Brasil já adotou e o sistema atual o SIRGAS 2000. Neste capítulo questões simples mas fundamentais serão abordadas como: por que meu mapa está deslocado em relação ao outro?

O capítulo 3 trabalhará somente com escala e a sua importância para a cartografia e consequentemente para a geografia. Dúvidas sobre qual escala adotar para fazer um mapa, em que tamanho de papel executar meu trabalho ou ainda como ler e interpretar uma escala serão abordadas. No capítulo 4 apresentará as projeções e o sistema de coordenada, será explicitado as características das projeções e dos sistemas de coordenadas bem como a projeção e o sistema de coordenada que é mais usado no Ceará e no Brasil.

A partir do capítulo 5 aumentará a interatividade do aluno com a disciplina sendo executadas a primeira prática que será a navegação com GPS. O capítulo 5 será exclusivo para explicar os sistemas de navegação existentes

no século XXI. No capítulo 6 será abordado as convenções, legendas e os elementos básicos da cartografia, finalizando com a prática de leitura e interpretação do relevo.

No capítulo 7 serão apresentadas as principais características que diferenciam Mapas, Cartas e Plantas como produtos cartográficos. No capítulo 8 abordar-se-á a alfabetização cartográfica e o ensino da cartografia na escola e no capítulo 9 será visto os conceitos básicos de sensoriamento remoto que influenciam diretamente a qualidade do mapa básico. Neste capítulo serão trabalhadas ferramentas como o Google Earth integrando com dados levantados em campo para que possa ser observado o contexto geográfico do objeto em questão.

Estes capítulos foram estruturados para o ensino a distância onde a disciplina e a dedicação são fundamentais para o êxito na busca pelo conhecimento. Desta forma pretende-se que o ensino sobre cartografia básica seja fundamental na vida acadêmica e útil para a vida profissional do aluno da Universidade Aberta do Brasil.

Os autores

Capítulo 1

A Cartografia – Conceitos básicos, Histórico e Procedimentos

1. A Cartografia

Segundo o IBGE (1998), o conceito de Cartografia hoje aceito sem contestações foi estabelecido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional (ICA), o qual a apresenta como sendo o "conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas, ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização".

Nesse sentido, o objetivo da Cartografia é representar a superfície terrestre, ou parte dela, de forma gráfica e bidimensional, que recebe genericamente o nome de *mapa* ou *carta*. (DUARTE, 2008).

Diante dos avanços tecnológicos com o advento do computador e da informática, o conceito de Cartografia é atualizado pelo ICA(2003) em Meneguette (2012), no que se refere ao levantamento e coleta de dados para representação do espaço por meio dos mapas e das formas acesso aos mesmos por seus usuários:

> "a Cartografia é definida como sendo disciplina que envolve a arte, a ciência e a tecnologia de construção e uso de mapas, favorece a criação e manipulação de representações geoespaciais visuais ou virtuais, permite a exploração, análise, compreensão e comunicação de informações sobre aquele recorte espacial". MENEGUETTE, 2012, p.7

Conforme o ICA (2003), o "mapa é definido como uma representação simbolizada da realidade geográfica, representando feições ou características selecionadas, resultante do esforço criativo da execução de escolhas de seu autor, tendo sido concebido para uso quando as relações espaciais são de relevância primordial".

2. Relações Interdisciplinares da Cartografia e Geografia

Após o entendimento dos objetivos e objeto formal da Cartografia, pode-se dizer que há relações muito intrínsecas com a Geografia. Pode-se dizer que, "de to-

das as ciências ligadas à Cartografia, a Geografia é uma das mais importantes, na medida em que os fatos e fenômenos se originam de diversos ramos da Geografia, quer física, humana, econômica, etc." (OLIVEIRA, 1988).

Ao geógrafo é dado conhecimento e habilidade para transpor a realidade, fatos e fenômenos que ora se organizam e se articulam para o entendimento do espaço geográfico, das questões ambientais e de planejamento territorial na representação gráfica por meio dos mapas e das técnicas cartográficas.

Nesse sentido, Duarte (1986) destaca "o Geógrafo como aquele profissional que tem nos mapas o seu principal instrumento de trabalho, através dos quais analisa a paisagem e busca o entendimento da organização do espaço em estudo".

Duarte (op.cit) ressalta que Cartografia e Geografia são ciências que jamais se separam. Existe um forte relacionamento entre ambas, de tal modo que o geógrafo necessita para efetuar boas interpretações, conhecer algumas questões sobre Cartografia (escala, projeções, redes geográficas etc.). Deste modo, não se trata de nenhuma novidade quando se afirma que os mapas estão sempre presentes no trabalho do geógrafo.

Quando se fala em mapas, Martinelli (2011) verifica que eles surgem como representação simbólica para tudo o que se refere à Geografia, usando como logotipo planisfério ou globo terrestre, embora as questões teóricas sobre mapas ou conteúdos ideológicos não sejam discutidos por aqueles que os utilizam.

Para compreensão das relações existentes entre geógrafos quanto cartógrafos, Meneguette (2012) resgata em Philbrick (1953) os dez princípios comuns às duas disciplinas podem ser formulados como se segue:

a) O mundo real é indivisível,

b) Toda visualização de fenômenos é generalizada,

c) Toda generalização é proporcional à escala,

d) A forma da visualização é uma sugestão,

e) A visualização depende do contraste,

f) Os contrastes são gradações de mudança,

g) A visualização de partes em relação ao todo depende do equilíbrio,

h) Todos os fenômenos não são de igual importância,

i) Todos os fenômenos são repetidos com variações,

j) O ideal de toda expressão é dizer o máximo com a maior economia de significados.

3. História dos Mapas e a Cartografia:

Desde as civilizações mais antigas, os mapas são importantes formas de comunicação visual que expressam a evolução do conhecimento do homem quanto à sua localização no espaço (geográfico) e as possibilidades de articulação, organização e tomadas de decisão na estruturação e planejamento do território a partir de uma linguagem de símbolos e gráficos. Dentre as formas de comunicar o conhecimento, a utilização de gráficos requer a construção e a interpretação de planos e diagramas por meio da observação de números, desenhos e imagens ou ambiente (NOGUEIRA, 2008).

Ao estabelecer um histórico de evolução dos mapas e o desenvolvimento da Cartografia pode-se afirmar que, à medida que era necessário representar elementos e informações sobre um determinado local ou região da superfície terrestre, utilizava-se tanto as técnicas quanto os materiais compatíveis com o desenvolvimento tecnológico das civilizações.

Analisando a história dos mapas antigos e suas representações do espaço, Duarte (2008) ressalta que houve evolução da simplicidade no uso da simbologia gráfica para a construção dos mapas mais antigos, adquirindo a complexidade à medida que se procurou cada vez maior detalhe e precisão das informações, com a incorporação de elementos cartográficos, baseados em cálculos matemáticos, geométricos e geodésicos, fundamentando a Cartografia moderna.

As figuras 1, 2 e 3 mostram mapas feitos por povos antigos.

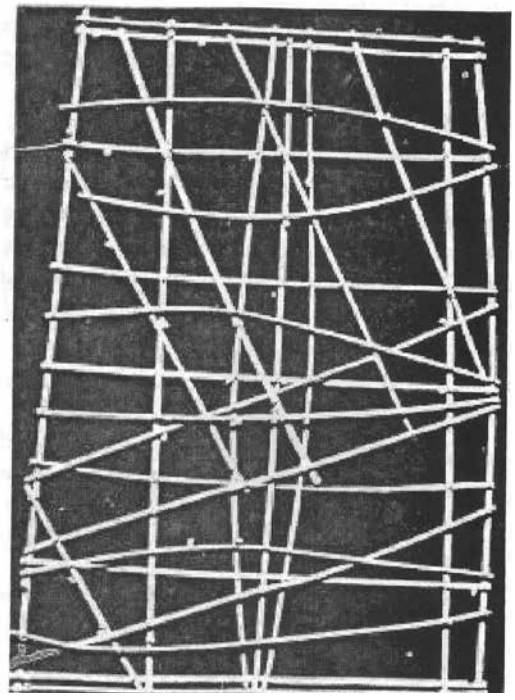


Figura 1 – Mapa das Ilhas Marshall, no Pacífico. Feito de fibra vegetal representando o área oceânica formada pelo arquipélago.

Fonte: Oliveira (1983).

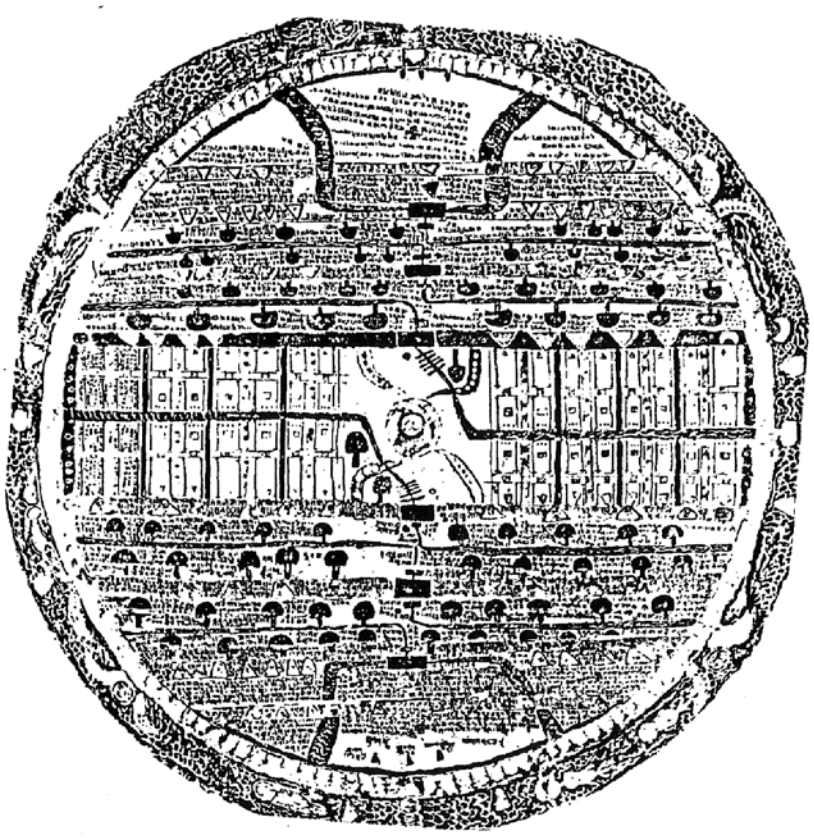


Figura 2 – Mapa religioso Jainista, Índia, século XVIII. No centro do mapa está representado o monte Sumeru.

Fonte: Duarte (2008).

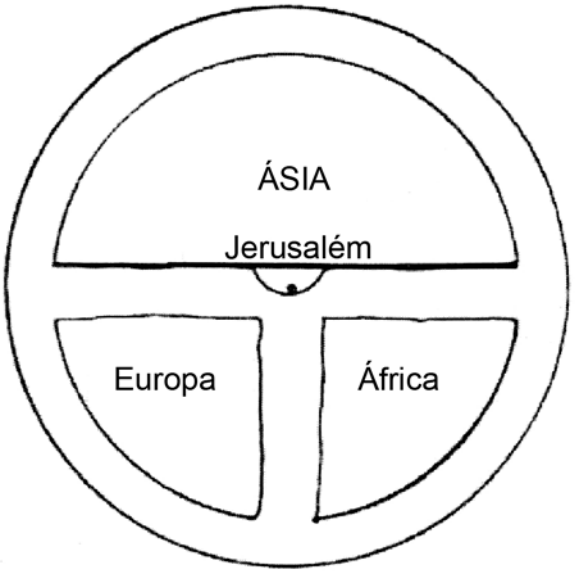


Figura 3 - Mapa *Orbis Terrarum*, Idade Média.

Fonte: Duarte (2008).

No quadro 1 pode-se acompanhar uma síntese de marcos cartográficos e o uso dos mapas pelos povos antigos.

Quadro 1

Histórico dos Povos e a Evolução da Cartografia	
POVOS	**MARCO CARTOGRÁFICO**
Mapas Antigos	Povos antigos: produziam modelos reduzidos da superfície terrestre com a representação de elementos de seu interesse.
	Mapas rudimentares: confeccionados em diversos tipos de materiais disponíveis às civilizações.
	Mapas e religião: Representação a partir do ponto central dos Mapas (montes ou montanhas, cidades, ou ainda viagens espirituais).
Chineses	A Cartografia deixou marcas de valor histórico. Maior preocupação era mapear as riquezas naturais do país.
	Pei Hsiu (224 a 273 d.C.):Mapas acompanhados por textos explicativos. Os mapas não foram encontrados e nos textos foram reconhecidos princípios cartográficos modernos já eram empregados;
	Zheng He (1371 a 1433): Mapa náutico (5,60m comprimento x 20,5 cm de largura), manuscrito, itinerário de 12 mil quilômetros. Aspecto marcante: rotas marítimas de suas viagens e de antecedentes, representadas por linhas pontilhadas e instruções de navegação.
	Importância dos mapas na China Antiga: Mapas náuticos, finalidades cadastrais, demarcadores de fronteiras, documentos burocráticos, estratégias militares, reconstrução da geografia, continuidade cultural, fenômenos celestes e sobrenaturais.
Gregos	Base científica da cartografia moderna;
	Anaximandro de Mileto (611 a 547 a.C.) e Hecateu: mapa do mundo com a Europa e mar Mediterrâneo;
	Principais assuntos cartográficos: Formas da Terra e definições de Linhas Geográficas (Equador, trópicos, círculos polares e meridianos).
	Erastótenes de Cirene (276 a 196 a.C.): Cálculos da circunferência e raio de curvatura da Terra mais próximos das medidas atuais.
	Cláudio Ptolomeu (90 a 168 a. C.): obra sobre ciências da Terra e Astronomia em vários volumes. Trabalhos cartográficos relevantes: Projeções, mapa-múndi e outros mapas constituindo um atlas.
Idade Média	Período de decadência na Cartografia e demais ciências.
	Proibição da grande obra de Ptolomeu no mundo ocidental pela Igreja Católica Romana. Era considerada uma espécie de enciclopédia científica, com muitos aspectos contraditórios aos pensamentos da Igreja.
	Idade Média baixa - a Cartografia cristã foi uma das mais pobres. Topografia Cristã, de autoria do frade Cosmas Indicopleutes (ano 535) - negação da existência de antípodas (lugar que seria diametralmente oposto a outro lugar do globo terrestre); negação da esfericidade dos céus e da Terra.
	Mapas com simplicidade e simetria na distribuição das terras. Exemplo mais popular eram os mapas circulares, conhecidos por Orbis Terrarum, ou então mapas em "T" no "O". Interessava à Igreja Romana a representação da Terra Santa ao centro.

Fonte: Adaptado de Duarte (2008).

Quadro 1

Histórico dos Povos e a Evolução da Cartografia Continuação	
POVOS	**MARCO CARTOGRÁFICO**
Idade Média	Ainda na Idade Média foram se fixando as ideias quanto a estrutura do universo e posição da Terra. Aos poucos a ideia sobre a forma da Terra foi discutida e uma delas era a concepção da forma geométrica mais perfeita: a esfera.
	Mapas Portulanos (entre os séculos XII a XIV) - tipo de mapa mais científico e utilitário com fins de orientar a navegação. Representavam as regiões do Mar Mediterrâneo e áreas litorâneas adjacentes, além do Mar Negro e o Oceano Atlântico. Apresentavam algumas características: orientação com norte magnético, detalhado sistema de rosa-dos-ventos e de rumos, muitos nomes de acidentes geográficos litorâneos e raríssimas informações sobre as áreas interiores dos continentes.
	Em 1405, a obra de Ptolomeu foi traduzida para o latim, reaparecendo aos poucos à época do Renascimento, sofrendo atualizações principalmente dos mapas.
	Na Europa, à época do Renascimento, a cartografia tomou grande impulso com as grandes navegações, diante da necessidade de mapas cada vez mais atualizados e detalhados. Surge daí, especialistas na arte de confeccionar mapas e suas cópias eram obtidas manualmente por desenhistas até o advento da Imprensa.
	Gerhard Mercator, ou apenas Mercator - um dos mais importantes cartógrafos da Europa. Notabilizou-se como matemático e geógrafo. Considerado reformulador da Geografia, inaugurando uma nova época para a Cartografia. Atribui-se a ele os estudos sobre projeção cartográfica: a projeção de Mercator (1569)-mapa mundí em 18 folhas. Popular e bastante usada até hoje. A palavra “atlas” foi atribuída por Mercator para designar um conjunto de mapas.
Franceses	Família Sanson - publicação de mapas e atlas, onde era percebida a influência da Cartografia dos países baixos, e especial de Mercator.
	Fator de desenvolvimento da Cartografia - conquistas e explorações de novas terras durante a época dos “grandes descobrimentos”.
	Ao exemplo de outras nações como ingleses e holandeses - acabavam por Impor um novo estilo cartográfico à Cartografia das nações conquistadas. É o caso do Brasil, em relação aos portugueses.

Fonte: Adaptado de Duarte (2008).

Quadro 1

Histórico dos Povos e a Evolução da Cartografia Continuação	
POVOS	**MARCO CARTOGRÁFICO**
Portugueses	Influenciou marcadamente a cartografia brasileira desde a história colonial.
	Caráter utilitário da Cartografia de Portugal é marcado pela expansão ultramarina e a navegação, com a produção de mapas marítimos mostrando a configuração de costas e o delineamento de continentes e ilhas;
	A vinda da família real portuguesa ao Brasil - desenvolvimento de uma Cartografia própria brasileira, embora sob a influência de técnicas e estilo europeu.
	1808 - Criação da Academia da Marinha, o Arquivo Militar, a Tipografia Régia e a Academia de Artilharia e Fortificação para organização administrativa do Império. Simbolizavam a ruptura com a cartografia luso-brasileira.
	Surgia a Cartografia Imperial quando a Academia da Marinha e a Academia de Artilharia e Fortificação começaram a preparação dos técnicos responsáveis pelos trabalhos geográficos e cartográficos.
	Implantação da Imprensa Régia - Edição dos mapas nacionais e o Real Arquivo Militar cuidava da preservação do acervo e apoio à impressão de novos mapas, a exemplo da planta da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, em 1812.
Maias e Astecas	Possuíam rica tradição cartográfica, ainda precisando de estudos mais aprofundados.
	Mapas em Manuscritos guardados para consulta e cópia fácil, em pano;
	Em boa parte dos mapas não são encontradas evidências de uso de escala, sendo comum o exagero de dimensões para alguns elementos representados; Exceção a alguns mapas que mostram jurisdições geográficas de feudos, ou delimitações de propriedades de terra.
Árabes	Destacaram-se como geógrafos, quando o mundo ocidental cristão enfrentava um retrocesso científico na Idade Média;
	Elaboração de traduções e preservação de conhecimentos antigos dos povos gregos e, em especial as obras de Cláudio Ptolomeu, durante a Idade Média, com a incorporação de estudos próprios para as questões que não concordavam. Ex. O "Livro da consolidação da Terra", de Mohammed Ibn Musa al-Khwarizmi.
	Desenvolvimento da cartografia e dos conhecimentos geográficos: avaliação dos recursos em novas terras; implantar de um sistema fiscal e tributário; grandes viagens e peregrinações: estudos, comércio e exploração.
	Al-Idrisi (séc. XII), famoso cartógrafo árabe produziu o Atlas do mundo até então conhecido, com alguns mapas coloridos - "Livro sobre agradável excursão para quem deseja percorrer o mundo", ou "Livro de Roger".

Fonte: Adaptado de Duarte (2008).

Ao tratarmos do histórico e evolução da Cartografia no Brasil, a relevância de marcos no processo de colonização do território e a criação de instituições públicas que contribuíram para sistematização de conhecimentos técnicos, procedimentos metodológicos e práticas de mapeamento até os dias atuais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

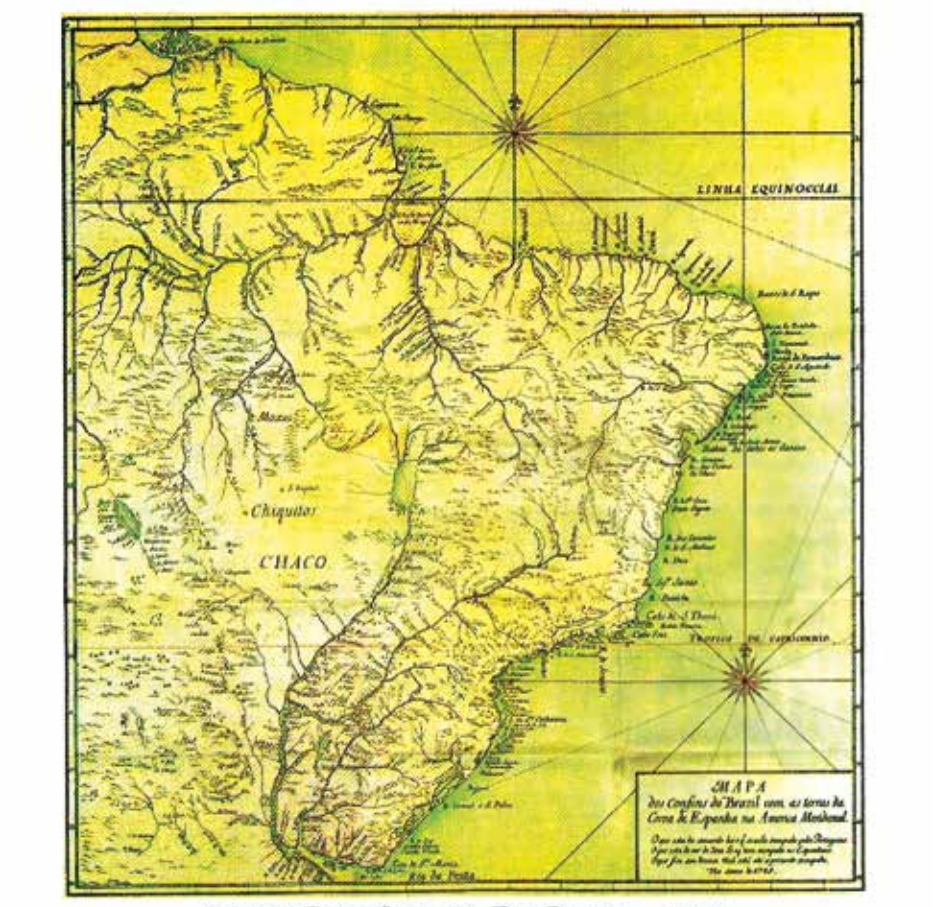
Em Archela (2007) e Archela & Archela (2008) é possível acompanhar uma síntese cronológica do histórico de evolução da cartografia no Brasil desde os tempos coloniais até os dias atuais e o papel de instituições representativas nesse histórico e tendências no século XXI. As figuras 4 e 5 mostram mapas antigos do território brasileiro à época do descobrimento do Brasil e século XVIII.

TERRA BRASILIS - 1519

Desenhado, provavelmente, em 1519, o *Terra Brasilis* apresenta, minuciosamente, a nomenclatura dos pontos conhecidos da costa brasileira, desde o Maranhão até a foz do rio da Prata.

Figura 4 – Terra Brasilis – 1519.

Fonte: Cunha e Nascimento (200).



MAPA DOS CONFINS DO BRASIL - 1749

O Mapa dos Confins do Brasil foi elaborado por ocasião da assinatura do Tratado dos Limites na América Meridional, em 12 de julho de 1751, em Madri, separando as terras pertencentes a Portugal e Espanha.

Figura 5 – Mapa dos Confins do Brasil – 1749.

Fonte: Cunha e Nascimento (200).

4. Características de representação cartográfica

Considerando o mapa, ou a carta como a representação convencional ou digital da configuração da superfície terrestre (IBGE,1998), ou de parte dela, devem-se destacar seus principais elementos e componentes:

1. Detalhes: podem ser naturais ou artificiais. Os detalhes naturais são os elementos existentes na natureza como os rios, mares, lagos, montanhas, serras, etc. Os artificiais são os elementos criados pelo homem como: represas, estradas, pontes, edificações, etc.

2. Escala: é a redução, ou ampliação das proporções dos fatos ou fenômenos geográficos, a qual possibilita a representação dos mesmos em um espaço limitado, um plano, bidimensionalmente, ou em arquivos digitais.

3. Projeções cartográficas: são métodos de correspondência de cada ponto da superfície da Terra corresponda um ponto da carta ou mapa e vice-versa. O problema básico das projeções consiste em representar a Terra, curva, em um plano.

4. Localização (coordenadas): determinam a posição a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsoide, esfera ou um plano.

5. Simbologia: Os detalhes ou informações que não são possíveis de serem representados em escala são representados por meio dos símbolos cartográficos.

Nogueira (2008) chama atenção que os mapas são abstrações da realidade, sendo impossível reduzir o mundo real tal como ele é e representa-lo no mapa. Destaca-se que os mapas mostram somente as informações selecionadas no mundo real para representa-las. Daí a necessidade de subjetividade para selecionar as informações e a simplificação para dispô-las e facilitar o seu entendimento.

Para a representação cartográfica da superfície terrestre, são necessários levantamentos de dados disponíveis a partir do emprego de diversas ciências e técnicas que tem a superfície como objeto de estudo como a Geodésia, a Fotogrametria e o Sensoriamento Remoto, a Topografia e o Geoprocessamento (Sistemas de Informação Geográfica - SIGs). As contribuições dessas ciências e técnicas serão apresentadas no decorrer das unidades deste livro.

Pode-se concluir que o conhecimento em cartografia e a concepção do *mapa como uma das formas de comunicação visual humana* mais antiga e utilizada até hoje requer conhecimentos específicos para uma leitura com eficiência e produzir análises, diagnósticos e prognósticos do espaço geográfico.

Atividades de avaliação

1. A partir dos conceitos apresentados sobre Cartografia, explique por que a Cartografia pode ser arte, técnica e ciência.
2. Pesquise e identifique as principais instituições públicas federal e estadual que trabalhem diretamente com informações cartográficas.

Referências

ARCHELA, R.S. Evolução histórica da cartografia no Brasil: Instituições, formação profissional e técnicas cartográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**. Nº59/03, dezembro 2007. Acessado em: 24/08/2011 Disponível em: http://www.rbc.ufrj.br/_2007/59_3_02.htm

ARCHELA, R.S.; ARCHELA, E. Síntese cronológica da cartografia no Brasil. [online]. **Portal da Cartografia**. Londrina, v.1, n.1, maio/ago., p.93-110, 2008. Acessado em: 24/11/2014. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia

CUNHA, C.; NASCIMENTO, D.C. (org.) 500 anos do Brasil sob a ótica da Cartografia. Salvador: Sociedade Brasileira de Cartografia, [2000?].

DUARTE, P.A. Cartografia Básica. Florianópolis: Editora da UFSC, 1986.

DUARTE, P.A. Fundamentos de Cartografia. 3ª. Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

IBGE. Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. [online]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/indice.htm

INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION. ICA. **A strategic plan for the International Cartographic Association 2003-2011**. Durban: ICA, 2003. Disponível em:http://icaci.org/files/documents/reference_docs/ICA_Strategic_Plan_2003-2011.pdf.

MARTINELLI, M. **Mapas de Geografia e Cartografia Temática.** 6ª. Ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

MENEGUETTE, A.A.C. **Cartografia no Século 21: revisitando conceitos e Definições.** Revista Geografia e Pesquisa, Ourinhos, v.6, n.1, jan./jun., 2012. Disponível em: http://vampira.ourinhos.unesp.br/openjournalsystem/index.php/geografiaepesquisa/article/view/131/64

NOGUEIRA, R.E. Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

OLIVEIRA, C. de. Dicionário **cartográfico**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.781p.

OLIVEIRA, C. de. **Curso de Cartografia Moderna**. Rio de Janeiro: IBGE, 1988.

PHILBRICK, A. K. Toward a unity of cartographical forms and geographical content. **The Professional Geographer**, v. 5, n. 5, p. 11-15, 1953.

Capítulo 2

Sistemas geodésicos e representação cartográfica

1. Sistemas geodésicos

No início da civilização humana pensou-se que a Terra era plana, mas indícios começaram a saltar aos olhos como por exemplo nos eclipses, onde a sombra da Terra encobre a lua ou o sol tem a forma esférica. Partindo sempre de dúvidas os cientistas começaram a elucidar a possibilidade da Terra não ser plana e começaram a criar formas de projetar a Terra no papel, o mapa.

Partindo deste ponto, a forma e tamanho da Terra influenciam no mapa. Erastóstenes (275 a 195 A.C.) em usou o ângulo da sombra de um relógio de sol entre duas cidades, Alexandria e Siene, sabendo a distância aproximada entre elas consegui calcular a circunferência da Terra (SILVA e SOULTAU, 2014). Com o avanço da ciência bem como da sua instrumentação, a forma esférica da Terra passou a dar lugar a um elipsoide por causa do efeito da gravidade no planeta. Continuando a evolução da ciência cartográfica, a Terra possui a forma de um geóide que representa elipsoides de revolução. Este capítulo foi escrito para explicar como a ciência cartográfica modela a Terra sobre o papel.

1.1 Histórico sobre as formas da Terra

A cosmologia[1] explica como os povos antigos tais quais egípcios, gregos, chineses, árabes, incas, maias e tupi-guaranis entendiam sobre a forma do universo e da Terra. Tinham a experiência do cotidiano como ponto forte. Para os egípcios, o universo era uma ilha plana cortada por um rio. Na Índia antiga acreditava-se em diversos níveis de céus e infernos por ela demandada por causa da religião. Para os babilônios o universo era composto por duas camadas conectadas por uma escada cósmica (STEINER, 2006). Em todas estas explicações a Terra é tida como plana.

O Universo após esta época passou a ser visto da forma geocêntrica, onde os grandes filósofos da época explicavam o universo a partir da Terra. Os avanços científicos contribuíram para a mudança de pensamento;

> "Há cerca de 2.400 anos, os gregos já haviam desenvolvido sofisticados métodos geométricos e o pensamento filosófico. Não foi, pois, por acaso que eles propuseram uma cosmologia mais sofisticada do que a

[1]Cosmologia é a ciência que estuda a estrutura, evolução e composição do universo. Entende-se por Ciência o método científico para criar e testar modelos; Entende-se por estrutura o problema da forma e da organização da matéria no universo; Entende-se por evolução as diferentes fases pelas quais o universo passou; Entende-se por composição tudo daquilo que é feito o universo. *Rogério Rosenfeld. A cosmologia. Física na Escola, v. 6, n. 1, 2005.*

> idéia do universo plano. Um universo esférico, a Terra, circundado por objetos celestes que descreviam órbitas geométricas e previsíveis e também pelas estrelas fixas." (STEINER, 2006 p. 235)

Filósofos como Aristóteles (384-322 a. C.) e Erastóstenes (276-194 a. C.) propuseram modelos geocêntricos, entenda que nestes modelos a Terra é esférica. Com o passar dos anos e de inúmeras pesquisas a teoria geocêntrica evoluiu para teoria heliocêntrica com o modelo de Copérnico (Nicolaus Copernicus, 1473- 1543, astrônomo polonês) tido como ponto inicial válido da teoria heliocêntrica (STEINER, 2006). Na teoria heliocêntrica a Terra continua com a forma esférica.

No fim do século XVII, Isaac Newton demonstrou que a forma esférica da Terra era inadequada para explicar o equilíbrio da superfície dos oceanos. Como a Terra possui rotação, a força criada pelo seu movimento tenderia impulsionar os oceanos para a linha do Equador. Isso só seria solucionado se o comprimento entre os polos (norte-sul) fosse menor do que o comprimento leste-oeste. Neste caso a Terra não seria mais uma esfera e sim uma elipse, um elipsóide. A figura 01 mostra a diferença entre as formas.

Figura 1: Esfera e elipse

Fonte: http://professoralexeinowatzki.webnode.com.br/astronomia/formas-da-terra/. Acesso em 28/12/2014.

O Geóide é a própria forma da Terra. A diferença fundamental é que ele considera o nível médio dos oceanos sobre o continente. A superfície geoidal também considera a composição dos elementos químicos da Terra, as forças atuantes como a gravidade, os movimentos como a rotação e determina uma superfície ideal de deformação. As figuras 2 e 3 evidencia um geóide projetado no plano e em três dimensões.

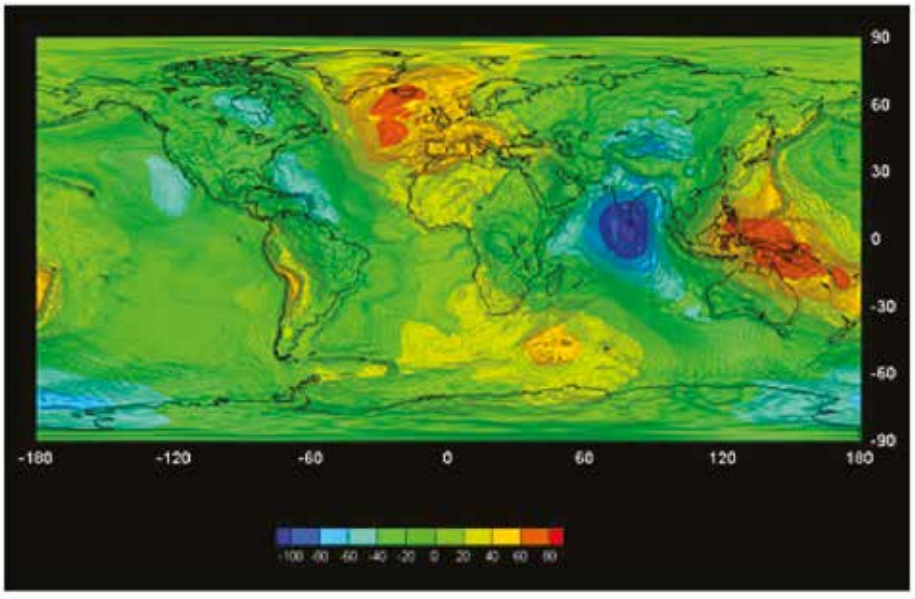


Figura 2: Geóide no plano

Fonte: http://idl.ul.pt/node/173?destination=node/173. Acesso em 28/12/2014.

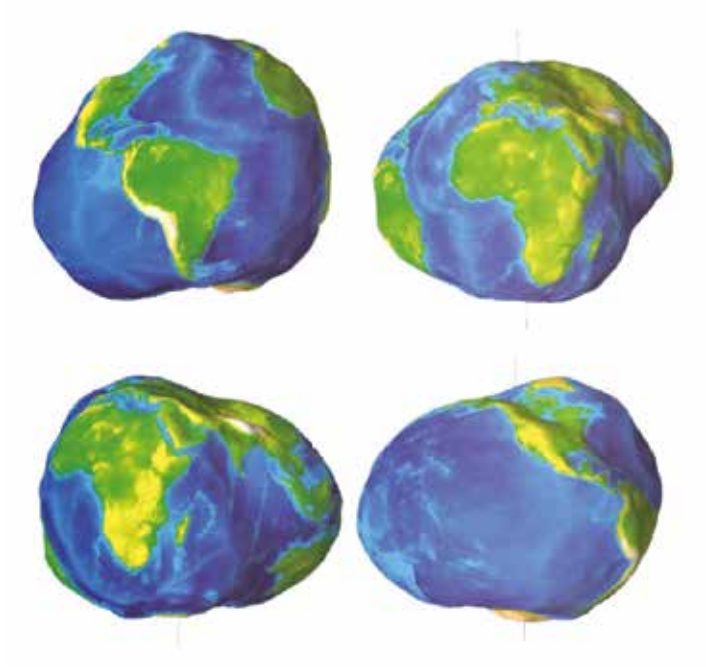


Figura 3: Geóide em três dimensões

Fonte: http://www.scientigeek.com/2012/03/21/un-nain-de-jardin-fait-le-tour-du-monde-pour-mesurer-la-gravite/. Acesso em 28/12/2014.

Como a Terra é ligeiramente achatada nos polos, a figura usada na cartografia para execução dos mapas é o elipsóide de revolução. Não se usa o geóide porque não existem parâmetros matemáticos para determinar uma projeção a partir de um geóide. O elipsóide de revolução é uma rotação completa da elipse em torno do seu eixo. (figura 4).

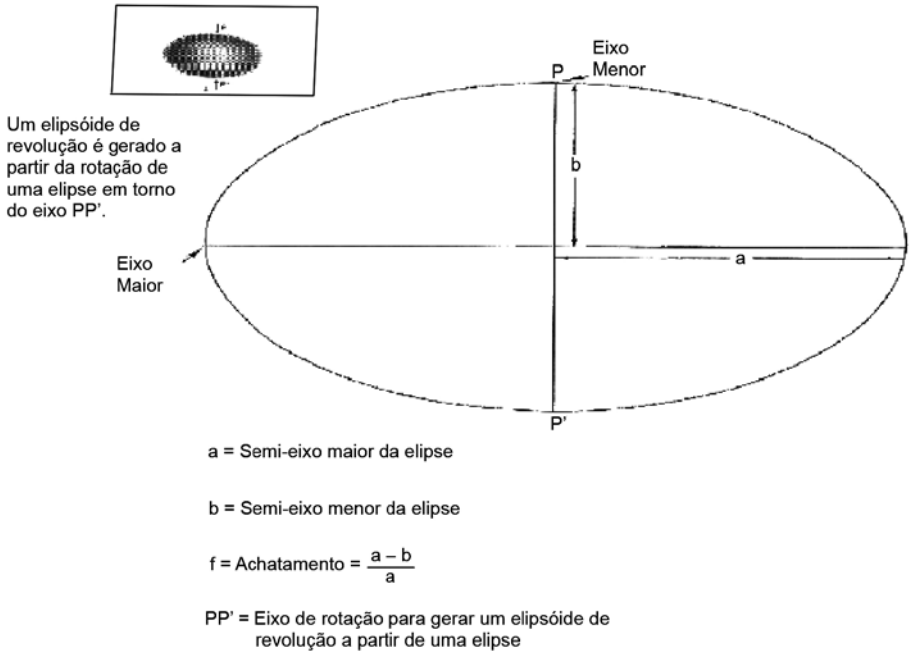

Um elipsóide de revolução é gerado a partir da rotação de uma elipse em torno do eixo PP'.
Eixo Menor
P
b
Eixo Maior
a
P'
a = Semi-eixo maior da elipse
b = Semi-eixo menor da elipse
f = Achatamento = (a – b) / a
PP' = Eixo de rotação para gerar um elipsóide de revolução a partir de uma elipse

Figura 4: Elementos do elipsóide

Fonte: http://www.if.ufrgs.br/oei/santiago/fis2005/textos/lecture3.htm. Acesso em 28/12/2014.

Os elementos básicos de um elipsóide de revolução são os semi-eixos maior e menor e o achatamento. Todas os sistemas geodésicos utilizam estes parâmetros. A diferença entre um elipsóide de revolução e a esfera que represente a Terra e uma esfera é pequena, na ordem de 1/300. A figura 5 mostra a diferença entre as superfícies apresentadas e a crosta terrestre.

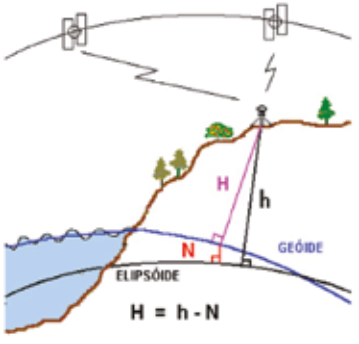


Figura 5: Superfícies da Terra

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/fig3.htm. Acesso em 24/12/2014.

2. Sistema geodésico

Um sistema geodésico faz referência as posições na Terra. Antigamente, cada país trabalhava com um sistema geodésico de referência, atualmente acontece uma tendência de unificação destes sistemas em virtude das vantagens serem maiores que as desvantagens.

As maiores vantagens de unificação dos sistemas geodésicos é a uniformização dos dados e informações entre países, permitindo a interação entre instituições sem que necessite de conversões, além de problemas históricos e importantes como delimitação de fronteira serem dirimidos. A desvantagem é o custo operacional que acarreta a mudança do referencial geodésico com mudanças com programas, bases de dados, treinamento de material humano, confecção de informações em base nova e conversão de base antiga.

Um sistema geodésico de referência (SGR) é um sistema diretamente associado com as características terrestres. A implantação de um SGR é dividida em duas partes: definição e a materialização na superfície terrestre (ZANETTI, 2006). Ainda de acordo com a autora *definição* é a própria confecção do sistema com a determinação de suas constantes e a *materialização* é a publicação das coordenadas coletadas, processadas e analisadas a partir de pontos fisicamente conhecidos.

A forma com que se define um SGR tem evoluído com o avanço da tecnologia disponível para o posicionamento geodésico. O SAD69, detalhamento será visto na sequência, foi definido de maneira diferente do World Geodetic System 1984 (WGS84), usado no segmento espacial do sistema de posicionamento global GPS, e do International Terrestrial Reference System (ITRS), monitorado pelo International Earth Rotation Service (IERS) (IBGE, 2000).

Na lição de Zanetti (2006, op. cit.) um sistema geodésico de referência pode ser clássico ou moderno de acordo com a tecnologia envolvida na materialização das coordenadas. Um sistema de referência clássico para conceber a materialização trabalha com métodos de posicionamento tradicionais como a trilateração, triangulação e a poligonação.

Assim sendo, implicou na necessidade de adoção de dois SGR; um horizontal e outro vertical. O SGR horizontal é de acordo com a tradição definido por um elipsóide. Este elipsóide é escolhido para ser base do SGR horizontal de forma a garantir a melhor coincidência possível ao geóide base da projeção. Os parâmetros definidores do sistema normalmente estão vinculados a um ponto na superfície terrestre, denominado de ponto origem. O centro deste elipsóide não coincide com o centro de massa da Terra – o geocentro, porque prioriza-se a adaptação na região de interesse (IBGE, 2000).

Nos sistemas de referência modernos, a materialização das coordena-

das é executada por meio de técnicas espaciais de posicionamento de alta precisão, que fornecem medidas relacionadas a um sistema cartesiano tridimensional (ZANETTI, 2006). De acordo com IBGE (2000)

> A tecnologia de hoje em dia faz com que um SGR possa ser fundamentado (realizado) a partir de um conjunto de estações cujas coordenadas são conhecidas no sistema em questão com grande precisão. Estas coordenadas, por sua vez, são estabelecidas através de técnicas de posicionamento espacial de alta precisão, tais como, VLBI (Very Long Baseline Interferometry), SLR (Satellite Laser Ranging) e GPS. Sendo assim, as medidas estão relacionadas a um sistema cartesiano 3D com origem no geocentro (IBGE 2000, p. 7).

O desenvolvimento do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB é composto pelas redes altimétrica, planimétrica e gravimétrica. Pode ser dividido em duas fases distintas uma anterior e outra posterior ao advento da tecnologia de observação de satélites artificiais com fins de posicionamento. Informações importantes sobre o SGB estão disponíveis no site do IBGE na seção de geodésia. Confira no link: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/default_sgb_int.shtm.

No Brasil já foram adotados como oficiais os sistemas geodésicos Córrego-Alegre, Astro *datum* Chuá, SAD-69 e atualmente válido o SIRGAS 2000. Na sequência será detalhado os sistemas mais usados e importantes no Brasil: o SAD-69 e o SIRGAS 2000.

2.1 South American Datum 1969 – (SAD-1969)

Por muito tempo foi o sistema geodésico oficial do Brasil. A maior parte do mapeamento sistemático brasileiro executado pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército brasileiro e pelo IBGE estão nesta projeção. De acordo com a resolução do IBGE R.PR 01/2005 os parâmetros do sistema são:

- Figura geométrica para a Terra: Elipsóide Internacional de 1967
- Semi eixo maior a = 6.378.160 m
- Achatamento f = 1/298,25
- Posicionamento espacial do elipsóide: orientação geocêntrica;
- Eixo de rotação paralelo ao eixo de rotação da Terra;
- Meridiano origem paralelo ao meridiano de Greenwhich, ambos planos;
- Orientação topocêntrica: Vértice de triangulação Chuá.

A figura seguinte (figura 6) exemplifica o modelo de ondulação do geóide base do elipsóide de revolução internacional 1967. É este modelo que orienta a cartografia no processo de aquisição das coordenadas planas.

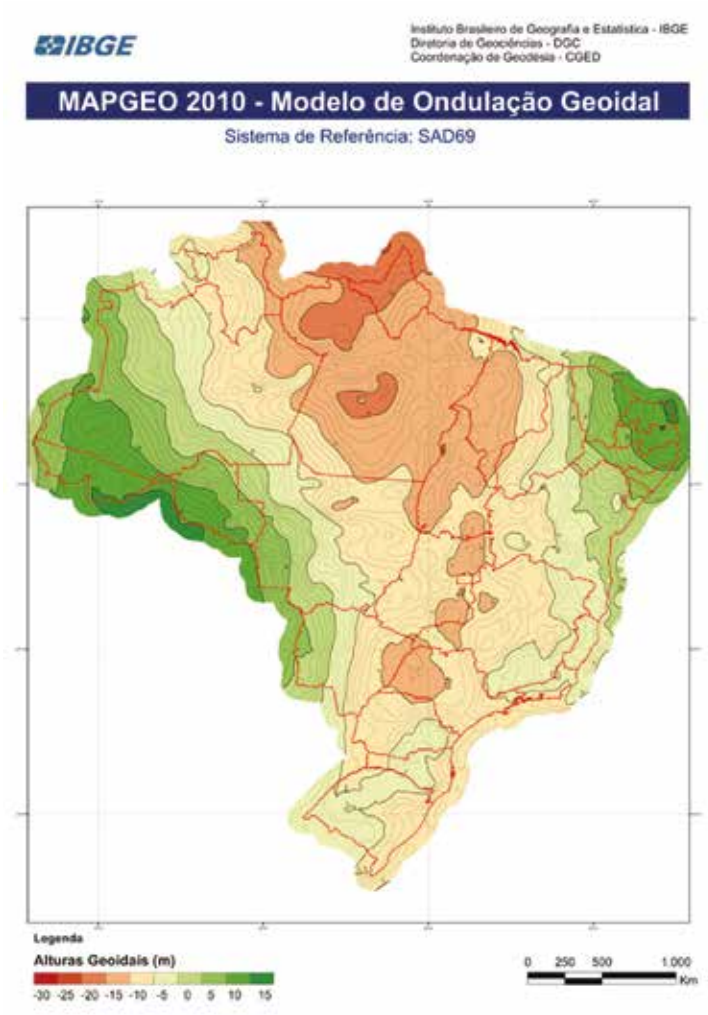

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências - DGC
Coordenação de Geodesia - CGED
MAPGEO 2010 - Modelo de Ondulação Geoidal
Sistema de Referência: SAD69
Legenda
Alturas Geoidais (m)
-30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15
0 250 500 1.000
Km

Figura 6: Modelo de Ondulação Geoidal

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/imagens/Figura2.jpg. Acesso em 24/12/2014.

O sistema de posicionamento global GPS utiliza os parâmetros da projeção WGS 84 (G1150) para a coleta da coordenada. Este sistema possui parâmetros diferentes do sistema SAD-69, sendo necessário sempre executar transformações de coordenadas para compatibilização.

2.2. Sistema de referencia geocêntrico para as Américas – (SIRGAS 2000)

Este referencial geodésico foi produto de um árduo trabalho de vários órgãos de cartografia de todos os países da América do Sul e do mundo[2] com o objetivo maior de dirimir ao máximo os problemas cartográficos entre os países. Este sistema possui 21 estações de referência (tabela 1) somente no Brasil. Sua materialização foi estabelecida por intermédio de todas as estações que

[2]Lista completa está disponível em www.sirgas.org.

compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência, cujas coordenadas foram determinadas pelo IBGE posteriormente à campanha GPS SIRGAS2000. A primeira materialização do SIRGAS foi em 1995 (figura 7). A resolução do IBGE R.PR 01/2005 estabelece os seguintes parâmetros para a projeção SIRGAS 2000:

- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional - ITRS (International Terrestrial Reference System)
- Figura geométrica para a Terra: Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980.
- Semi-eixo maior a = 6.378.137 m
- Achatamento f = 1/298,257222101
- Origem: Centro de massa da Terra
- Orientação: Polos e meridiano de referência consistentes em ± 0,005" com as direções definidas pelo BIH (Bureau International de l'Heure), em 1984,0.

Tabela 1

Estações do SIRGAS 2000			
Estação	**Latitude (° ' ")**	**Longitude (° ' ")**	**Altitude Elipsoidal (m)**
BOMJ	13 15 20,0103 S	43 25 18,2468 W	419,401
BRAZ	15 56 50,9112 S	47 52 40,3283 W	1106,02
CAC1	22 41 14,5337 S	44 59 08,8606 W	615,983
CANA	25 01 12,8597 S	47 55 29,8847 W	3,688
CORU	19 00 01,0131 S	57 37 46,6130 W	156,591
CRAT	07 14 16,8673 S	39 24 56,1798 W	436,051
CUIB	15 33 18,9468 S	56 04 11,5196 W	237,444
FOR1	03 43 34,3800 S	38 28 28,6040 W	48,419
FORT	03 52 38,8046 S	38 25 32,2051 W	19,451
IMBI	28 14 11,8080 S	48 39 21,8825 W	11,85
IMPZ	05 29 30,3584 S	47 29 50,0445 W	105,008
MANU	03 06 58,1415 S	60 03 21,7105 W	40,16
MCAE	22 22 10,3989 S	41 47 04,2080 W	0,056
PARA	25 26 54,1269 S	49 13 51,4373 W	925,765
POAL	30 04 26,5528 S	51 07 11,1532 W	76,745
PSAN	00 03 26,4338 S	51 10 50,3285 W	-15,506
RECF	08 03 03,4697 S	34 57 05,4591 W	20,18
RIOD	22 49 04,2399 S	43 18 22,5958 W	8,63
SALV	13 00 31,2116 S	38 30 44,4928 W	35,756
UEPP	22 07 11,6571 S	51 24 30,7223 W	430,95
VICO	20 45 41,4020 S	42 52 11,9622 W	665,955
SMAR	29 43 08,1260 S	53 42 59,7353 W	113,107

Fonte: (IBGE, 2005)

Para aplicações científicas, onde altas precisões são requeridas, deve-se utilizar o campo de velocidades disponibilizado para a América do Sul no site http://www.ibge.gov.br/sirgas. Com estas velocidades, é possível atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência 2000,4 para qualquer outra, e vice-versa, por conta das variações provocadas pelos deslocamentos da placa tectônica da América do Sul (IBGE, 2000)

Figura 7: Estações SIRGAS em 1995

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/sirgas.jpg. Acesso em 22/12/2014

Cada sistema geodésico de referência possui seu elipsóide de revolução, como visto no início deste capítulo. A altura geoidal do SIRGAS está evidenciado abaixo (figura 8).

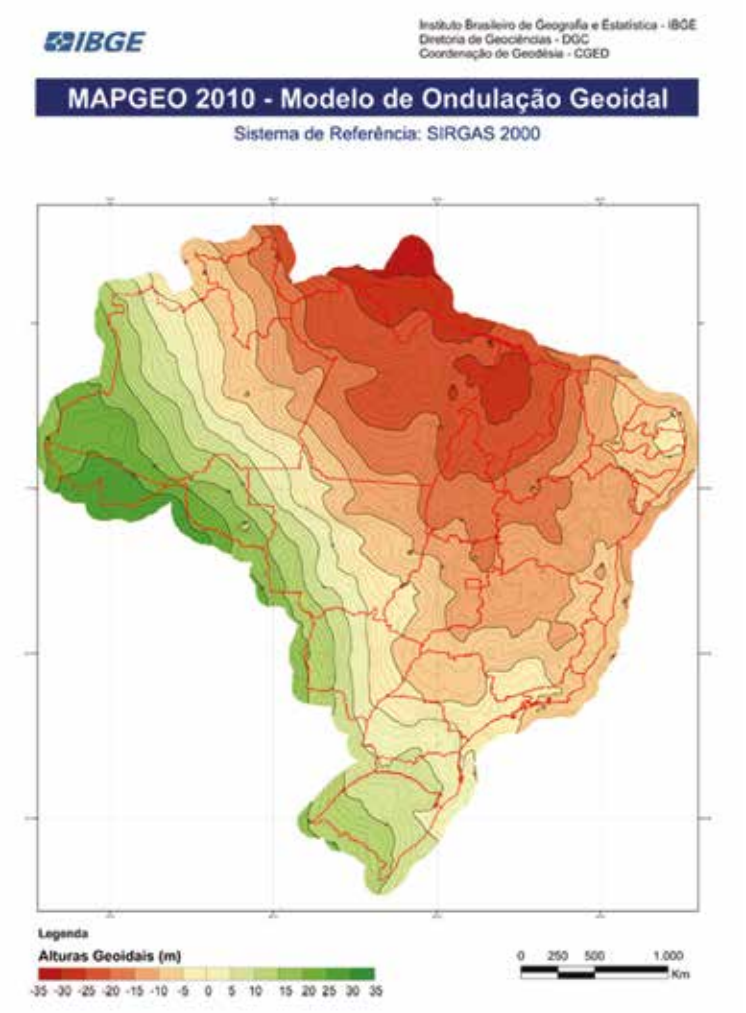

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências - DGC
Coordenação de Geodésia - CGED
MAPGEO 2010 - Modelo de Ondulação Geoidal
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Legenda
Alturas Geoidais (m)
-35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20 25 30 35
0 250 500 1.000
Km

Figura 8: Altura geoidal SIRGAS 2000

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/imagens/Figura1.jpg. Acesso em 24/12/2014.

2.3 Alterar de SAD 69 para SIRGAS 2000

Ao se adotar um referencial geocêntrico único para as Américas o objetivo principal é unificar os dados entre países. Além disso como o SIRGAS e o WGS 84 (G1150) são praticamente geocêntricos será possível fazer uso direto da tecnologia de GPS sem conversão de coordenadas. O SIRGAS2000 permite maior precisão no mapeamento do território brasileiro e na demarcação de suas fronteiras. Além disso, a adoção desse novo sistema pela América Latina contribuirá para o fim de uma série de problemas originados na discrepância entre as coordenadas geográficas apresentadas pelo sistema GPS e aquelas encontradas nos mapas utilizados atualmente no continente.Para executar a conversão de mapas e coordenadas do sistema SAD-69 para o sistema geodésico SIRGAS 2000 deve-se observar as diferenças entre os posicionamentos nos três vetores

de deslocamento (IBGE, 2010). A espacialização é observada na figura 9.

X = −67,35 m

Y = +3,88 m

Z = −38,22 m

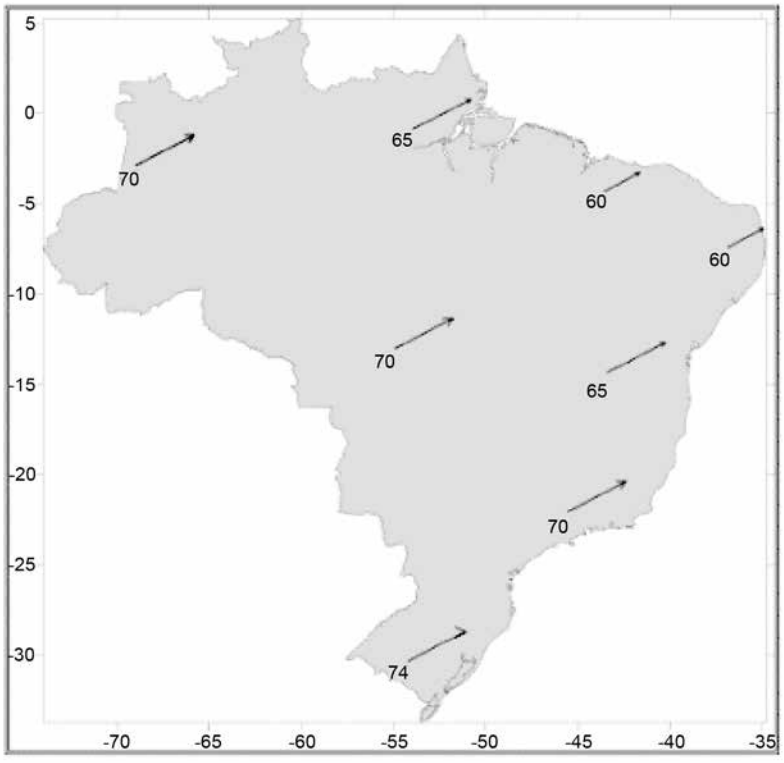


Figura 9: Compatibilidade entre sistemas SGR

Fonte: IBGE, 2000.

No link: http://www.ibge.gov.br/seminario_referencial_geocentrico/portugues/index.htm existem muitos arquivos que tratam sobre a mudança do referencial geodésico brasileiro.

Atividades de avaliação

1. O sistema geodésico WGS 84 não foi trabalhado nesta aula. Esta projeção é a base do sistema GPS. Pesquise sobre ela em sites especializados e descreva as características principais.

   Quantas atualizações ocorreu desde a sua criação?

   Quais são os parâmetros figura geométrica, semieixo maior e achatamento?

   Qual a diferença em metros das variáveis X, Y e Z para o SAD-69 e o SIRGAS 2000?

2. Quais os órgãos estaduais que possuem setor de cartografia? No seu município quais as secretarias que trabalham com dados cartográficos?
3. Observando os mapas de ondulação geoidal do Brasil para o SAD-69 e o SIRGAS 2000, comete as principais diferenças. Enriqueça seu comentário explicando o vetor de deslocamento entre os sistemas geodésicos.
4. Sobre o SIRGAS 2000, pesquise:

   Qual é o seu elipsóide de referência?

   Quais as vantagens de adoção desde sistema?

   Quais as desvantagens encontradas quando foi adotado este sistema, neste caso pense não só na cartografia mas em toda estrutura para governar um país?

Referências

FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia Básica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVA, Juliana de Fátima; SOLTAU, Samuel Bueno. Medindo o Planeta Terra: um experimento com a abordagem interdisciplinar. **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 35-44, 2014. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/. Acesso em 23/12/2014.

FERNANDES, Vivian de Oliveira; NOGUEIRA Ruth Emilia. Conseqüências da Mudança de Datum na Representação Cartográfica Direcionada para Ambiente SIG. **Portal de Cartografia**. Londrina, v.3, n.1, 2010. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia. Acesso em 23/12/2014.

ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig. Implicações atuais no relacionamento entre sistemas terrestres de referência de origem local e geocêntrica. **Tese (doutorado)** - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciencias Geodésicas. Curitiba, 2006. Disponível em: http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/6291. Acesso em 23/12/2014.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resolução R.PR 01/2005. **Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf. Acesso em 24/12/2014.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Proposta Preliminar Para Adoção De Um Sistema Geocêntrico Para No Brasil**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/apresentacao_em_eventos/2000/seminario_2000_proposta_d.pdf. Acesso em 24/12/2014.

STEINER, João E. A origem do Universo e do Homem. **Estudos Avançados**, n°20 V. 58, 2006. p. 232-248

Capítulo 3

Escala

1. Escala

A arte de fazer um mapa, ou seja, transcrever todo o arranjo espacial para uma representação similar no papel perpassa por uma série de etapas. Uma destas etapas é a escala. Para termos uma escala confiável é preciso que os elementos do arranjo espacial sejam mapeados de forma correta. Na medida em que a instrumentação científica evoluiu e tornou mais precisa a captação da localização dos espacial dos elementos, sobretudo a partir do século XVII, foi tornando a tarefa da representação no papel mais prática, real e precisa.

Com uma representação próximo da realidade, guardando as posições geográficas corretas pode-se dizer que seu mapa possui uma escala. Escala é definida como sendo a representação reduzida do universo do mundo real. Fitz define escala como "a relação ou proporção existente entre as distâncias lineares representadas em um mapa e aquelas existentes no terreno, ou seja, na superfície real" (FITZ, 2008, p. 19).

Para um bom entendimento da escala deve-se ter conhecimento sobre o sistema métrico decimal, tamanhos de papel normatizados, e ainda sobre os instrumentos utilizados para desenhar. A partir disso você conseguirá compreender, ler e desenhar em escala.

1.1 Sistema métrico decimal

O Brasil como país signatário da Convenção do Metro, utiliza o sistema métrico decimal como unidade oficial de medida. A criação do sistema métrico decimal remonta a Revolução Francesa com o objetivo de unificar as medidas do comércio e da indústria foram confeccionados padrões de platina referente a 1(hum) metro e 1(hum) kilograma, no ano de 1799. Desde então este sistema evoluiu e chegou a sua configuração atual (INMETRO, 2012).

A partir do metro, que a unidade padrão, foram estabelecidas as outras conversões sempre em múltiplos de 10. A tabela abaixo demostra como se procede estas conversões.

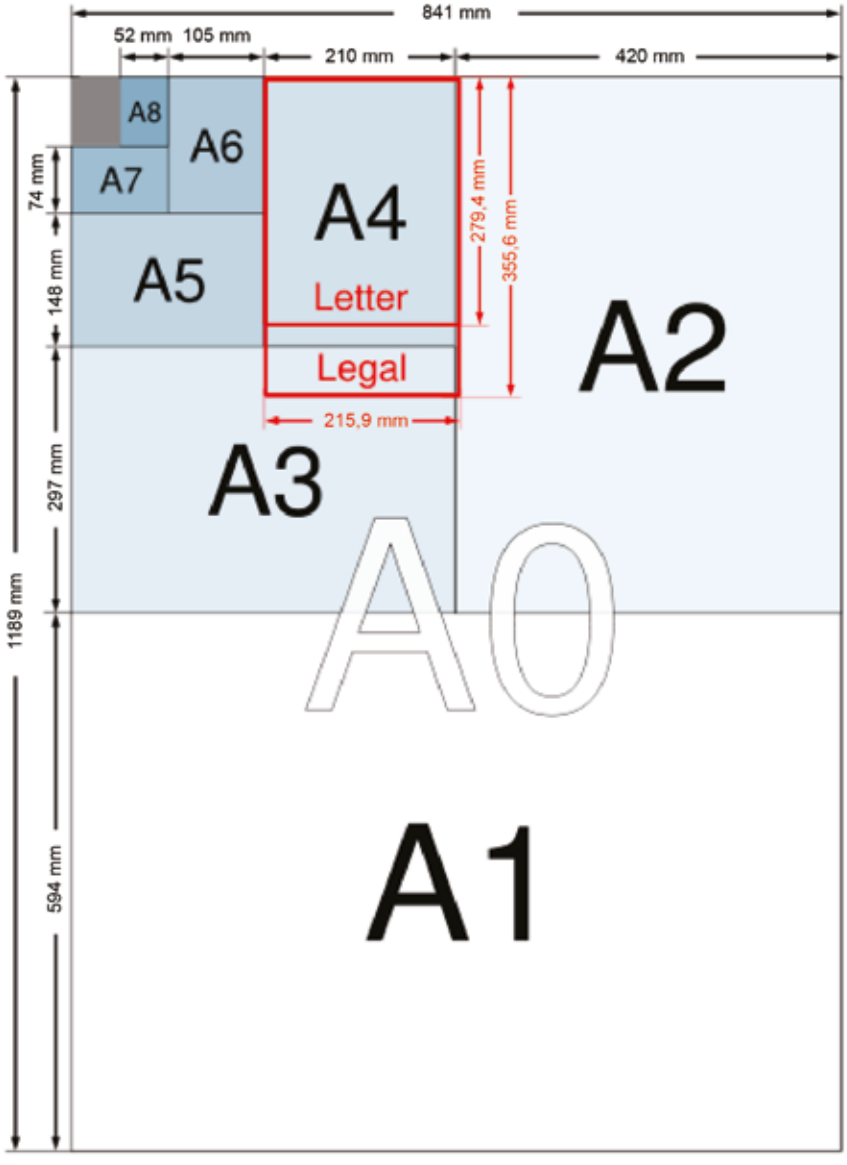
1 A referência citada encontra disponível no endereço: http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf. O item 1.8 descreve os momentos históricos marcantes da evolução do sistema métrico decimal.

Tabela 1

Sistema métrico decimal						
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
x 1.000	x 100	x 10	1	\ 10	\ 100	\ 1.000

Desta forma quando se tem 1 metro é a mesma medida de 100 centímetros ou de 1.000 milímetros. Quando se tem 1 km é a mesma medida de 1.000 metros ou de 100.000 centímetros. A cartografia baseia a escala sempre neste sistema de medidas.

1.2 Tamanhos de papel



A norma ISO 216:2007 define os tamanhos de papel das séries A e B. Vale ressaltar que esta edição da norma Isso cancela as anteriores, ainda muito citada em livros e artigos mais antigos. Nesta normatização os tamanhos de papel bom como sua orientação para impressão são definidos. As impressoras de computadores, os plotters ou qualquer tipo de máquina para impressão gráfica, já são configuradas para estes tamanhos de papel.

No Brasil utiliza-se os tamanhos da séria A. Os programas de cartografia digital e de geoprocessamento possui opções de formatação do mapa de acordo com o papel. Na figura 1 tem-se os tamanhos e a relação de cada um com os demais.

Figura 1: tamanhos de papel série A.
Fonte: http://www.profcardy.com/cardicas/papel.php. Acesso em 18/12/2014.

1.3 Instrumentos para desenhar

Em séculos anteriores era comum executar mapas com instrumentos como: escalímetro, bússola, teodolito, sextante, pantógrafo entre outros. Com o advento da cartografia digital muitos destes instrumentos entraram em desuso. No entanto, no campo o acesso a um computador nem sempre é fácil, por isso ainda é necessário a compreensão da cartografia analógica e o uso de alguns instrumentos.

A bússola sempre indica o norte magnético, que é diferente do norte verdadeiro. Desta forma conseguimos a orientação necessária para navegação. O escalímetro marca 2 escalas diferentes em cada uma de suas fácies, na extremidade vem a indicação da escala.

Figura 2: Bússola

Fonte: http://continente1eja.blogspot.com.br/2012/06/espaco-geografico.html

Figura 3: Escalímetro

Fonte: http://www.goyavirtual.com

2. Representação da escala

A escala pode ser representada tanto nos mapas como nas cartas de três formas distintas. A escala pode ser numérica, gráfica ou nominal. As escalas mais usuais são a numérica e a gráfica. A representação da escala tem como objetivo facilitar para o leitor a interpretação das distâncias de forma mais rápida, mesmo assim se a escala não vier representada no mapa, podemos extrair esta informação de forma matemática, calculando a distância no terreno com base na grade de coordenadas.

2.1 Escala numérica

É a representação da escala na forma de fração. Deve vir na metade inferior da folha em um mapa e sua leitura e simples e direta. Abaixo tem-se os exemplos:

1:100.000 → lê-se *um para cem mil.* Isto quer dizer que 1 centímetro no papel corresponde a 100.000 centímetros no real, ou de acordo com o sistema métrico decimal, 1km.

1/1.000.000 → lê-se *um para um milhão*. Isto que dizer que 1 centímetro no papel corresponde a 1 milhão de centímetros no real ou 10km.

Note que a relação é sempre um centímetro para *xx* centímetros. Neste caso a unidade é invariável, centímetro para centímetro, desta forma o leitor deve ter conhecimento do sistema métrico decimal para fazer as correspondências necessárias.

2.2 Escala gráfica

Utiliza-se a medida por talões para indicar a distância. Talões são as barras da escala e geralmente vem segmentados em números inteiros para a direita. Já para a esquerda existem as subdivisões do talão para oferecer mais precisão na leitura da distância. Este tipo de escala possui duas vantagens importantes.

A primeira é que a escala gráfica é muito utilizada em campo, quando da dificuldade para medir a distância entre dois pontos no mapa. Utiliza-se então um pedaço de barbante ou papel sobre os pontos e transcreve-se esta distância para cima dos talões. Depois disto é só ler a indicação da distância.

Outra vantagem da escala gráfica é sobre os mapas digitais. Quando vamos imprimir ou plotar um mapa, pode ocorrer pequena distorção de tamanho, em virtude de fatores como configuração do tamanho da folha, margens do papel, tipo de papel, habilidade do operador entre outros. Quando ocorre esta variação de tamanho a escala numérica fica em desconformidade com o mapa, já a escala gráfica varia de tamanho com o mapa. Se distorcer aumentando o talão aumenta na mesma proporção e se distorcer diminuindo o talão diminui da mesma forma.

Figura 4: Escala gráfica

Para ler esta escala é muito simples. Observa-se a unidade ao final, no exemplo acima a unidade é quilômetro, portanto cada talão terá a indicação abaixo em quilômetros. A direita da indicação “0” zero até o fim do primeiro talão a indicação é de 0,5, ou seja este talão mede 0,5 quilômetro ou meio quilômetro. A esquerda da indicação “0” zero estão as subdivisões do talão, como são 5 subdivisões para 500 metros, cada subdivisão está com 100 metros.

Escala nominal

A vantagem desta escala é que o leitor não precisa estar familiarizado com todo o sistema métrico decimal. A indicação das distâncias vem explícita no mapa. Observem o exemplo abaixo:

1cm:500m → lê-se um centímetro está para 500metros. Ou seja um centímetro no mapa é 500 metros no terreno.

Este tipo de escala é menos usual porque fica difícil o leitor perceber em um primeiro momento qual foi a escala (o número) escolhida para o trabalho. A escolha da escala é fundamental em cartografia por causa do processo de generalização cartográfica[2]. Além disso todo o trabalho e manuseio com as informações dependem da escala, parâmetros como o de exatidão cartográfica (PEC), erro gráfico, simbologia e convenções variam de acordo com a escala. Por isso é fundamental saber escolher a escala de acordo com seu objetivo.

[2]Generalização cartográfica é o processo de transcrever o mundo real para o papel. Como a disposição em que estão os objetos no mundo real normalmente são complexas, executa-se uma generalização cartográfica, só transpondo para o papel o que é importante para o mapa.

3. Escolha da escala

Para executar a escolha de forma satisfatória é necessário que se cumpram algumas etapas e entender das formas erros que podem acontecer. Estas etapas para escolher a escala podem ser explicadas pelas seguintes perguntas (adaptado de FITZ, 2008):

- Qual o tamanho do objeto que você quer mapear?
- Qual a forma do tratamento da ocorrência?
- Como o fenômeno será representado no mapa, topologia do dado?
- A quem se destina o mapa?
- Qual a disponibilidade de recursos para impressão? CD-rom, ploter, impressora, web?
- Qual o tamanho do papel a ser utilizado, caso impresso?

Depois de respondida estas perguntas deve-se entender dos erros gráfico (FITZ, 2008) que estão atrelados em cartografia. Estes erros dizem respeito a:

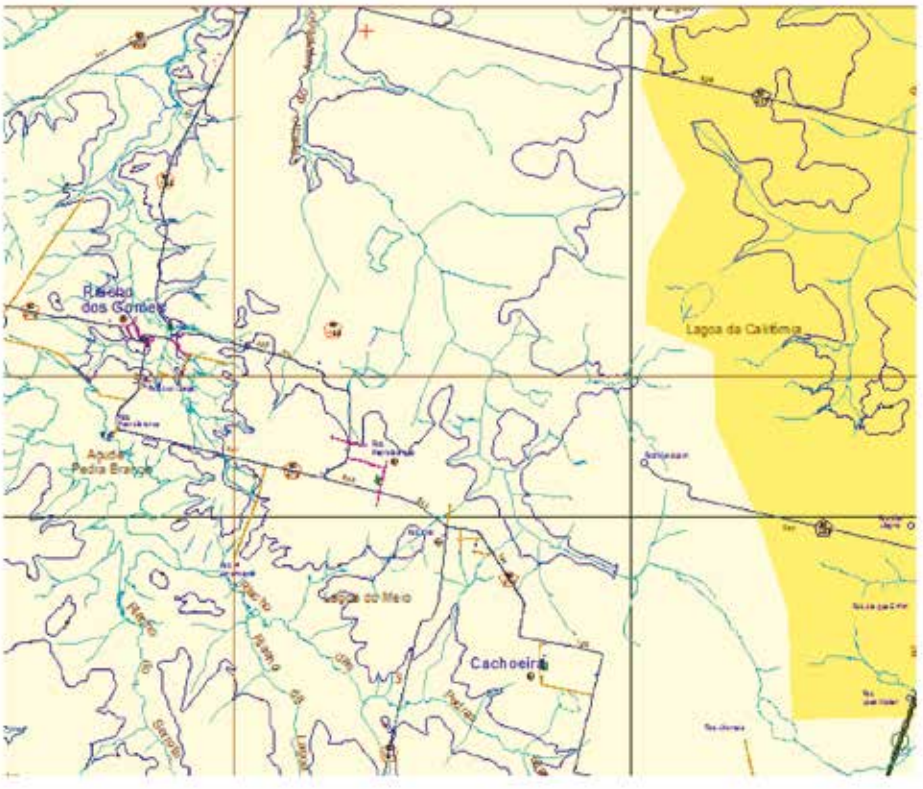
- Forma de confecção do mapa;
- Qualidade do material impresso;
- Confiabilidade da fonte do dado;
- Qualidade da mão-de-obra que vai tratar essa in formação;
- Equipamentos e softwares disponíveis para confecção e impressão; e
- Deformações existentes no manuseio do papel.

Atividades de avaliação

Dica: operações matemáticas só podem ser feitas com unidades na mesma medida. Utilize para conversão das medidas o sistema métrico decimal.

1. Um mapa possui a escala de 1:25.000. A distância entre duas cidades neste mapa é de 4,5cm. Qual é a distância real entre estas cidades em quilômetros?

2. A figura abaixo é de um fragmento de mapa. Sabendo que a escala é de 1:100.000 qual é a distância em linha reta no terreno entre as localidades de Cachoeira e Riacho dos Gomes?



3. Se a distância entre dois pontos no mapa é de 2,5 centímetros e este mapa está na escala de 1:100.000, qual a distância real entre estes pontos?

4. O município de Itapipoca está em destaque no mapa abaixo. Sabendo que a distância do ponto central de Itapipoca para o ponto central de Fortaleza é de aproximadamente 125km. Qual a escala do mapa?

Referências

NOGUEIRA, Ruth E. Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. 2ª ed. Ver. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 314 p. il.

FITZ, Paulo Roberto. Cartografia Básica. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GRANELL-PÉREZ, María del Carmen. Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas. 2ª ed. Ijui: Ed. Unijui, 2004. 128p. il.

ISO store on line. Disponível em: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=36631 Acesso em 18/12/2014.

Capítulo 4

Projeção e coordenada

1. Projeção

Um mapa ou uma carta só terá validade científica se for executado baseado em um sistema de projeção e coordenada. Existem vários sistemas de projeção e em vigor em todo o mundo. No sistema de informação geográfica ArcGis 10.1 da Esri®, constam em sua configuração mais de 1.000 (mil) sistemas de projeção.

Na medida em que a escala de trabalho já foi definida, parte-se para um segundo ponto que é a decisão da projeção. Projeção cartográfica define-se como sendo "um método, segundo o qual, a cada ponto na superfície da Terra corresponda a um ponto na carta e vice-versa" (IBGE, 1998). Desta forma entende-se que a projeção é a forma em que a Terra, que é um esferoide, está projetada em um plano, no mapa ou na carta. Para esta projeção sempre existirá "contrações e distensões" da superfície real da Terra sobre o papel.

Não existe a projeção ideal para todo o mundo. O que existe é a projeção ideal para uma determinada área para explorar um determinado objetivo. Assim sendo, foi que surgiram os mais variados sistemas de projeção cartográfica. Reforçando esta ideia Nogueira (2008) destaca que

> "Não existe uma projeção única, ou seja, universalmente aceita em todo o planeta, que atenda a múltiplos propósitos e que satisfaça as tolerâncias nacionais, pois diferem de acordo com cada país. O homem moderno está apendendo a conviver no mundo globalizado, com a coexistência de um grande número de projeções, inclusive superpondo diferentes projeções numa mesma área, por causa dos diferentes propósitos de mapeamentos" (NOGUEIRA, 2008, p. 85).

Pensem na fronteira de países, delimitação entre estados da mesma nação, áreas de litígio, soberania em espaço aéreo internacional, todos estes problemas podem ser minimizados ou maximizados dependendo da projeção escolhida entre os países. Além disso, não se deve confundir a projeção com o sistema geodésico de referência. Foi visto no capítulo 2 deste livro os sistemas geodésicos mais importantes para o Brasil, o mesmo sistema geodésico pode ter projeções diferentes. Da mesma forma que não devemos confundir sistema de projeção com o tipo de coordenada. Pode-se ter a mesma projeção com padrões de coordenada diferentes.

1.1 Características das Projeções

O mapa ideal seria aquele que guardasse a área, a forma e a distância entre os objetos mas isto é impossível. Consequentemente cada projeção tenta valorizar uma destas características segundo o objetivo. As projeções podem ser classificadas quanto ao método, quanto a superfície de projeção, quanto as propriedades ou em relação a superfície de contato com a referência espacial.

Fortemente baseado nos conceitos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1998), tem-se a descrição de cada uma das características das projeções.

1.1.1 Sobre o método

O método pode ser geométrico ou analítico. Na cartografia utiliza-se somente o método analítico que baseia-se em fórmulas matemáticas para atender as condições do mapeamento previamente estabelecidas sobre a projeção. Isto é bem estudado dentro da Engenharia Cartográfica, a Geografia compila esses conhecimentos em seu mapeamento. A projeção geométrica parte de um "ponto de vista". É em relação a um ponto que se deforma o restante do mundo. É bem usada na arquitetura de interiores (figura 1).

Observe a figura abaixo que está na projeção geométrica. Veja como o cubo está projetado a partir de um ponto de vista. O resultado se torna uma figura com 3 eixos direcionais. Neste caso não pode dizer que com esta projeção consegue-se executar um mapa. Mapas e cartas não são em 3 dimensões.

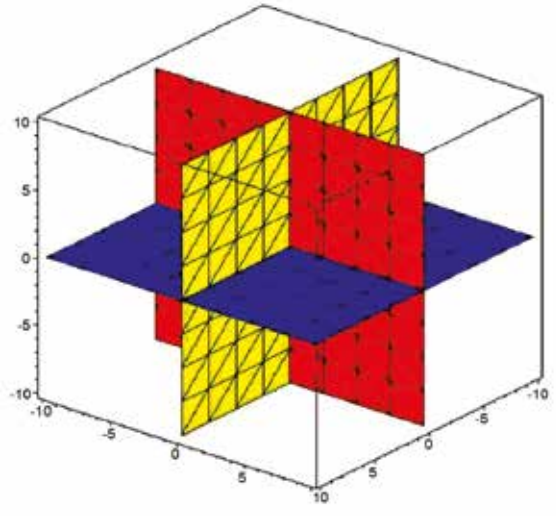


Figura 1: projeção geométrica de um cubo.

Fonte: http://www.mat.ufmg.br/~proin/gal.html. Acesso em 19/12/2014.

1.1.2 Sobre a superfície de projeção

É a forma em que a superfície do mapa possui diante da Terra. O mapa pode assumir uma forma plana, cônica, cilíndrica ou polisuperficial. Além da forma considera-se também a inclinação do plano em relação a localização sobre a Terra, assumindo características como polar, equatorial entre outras.

1. Forma plana: o mapa necessariamente assume a superfície plana. Sobre a disposição em relação ao eixo da Terra o plano pode ser polar, equatorial ou horizontal (figura 2).
2. Forma cônica: O mapa assume a superfície de um cone. O cone é desenvolvido sobre um plano para que haja mínimas distorções. Este cone pode assumir a disposição normal, transversa ou horizontal (figura 2).
3. Forma cilíndrica: a superfície de projeção é um cilindro, que é mapeado para ser um plano no final. Este cilindro pode rotacionar várias vezes, sendo cada rotação um novo mapa. A posição em relação ao eixo da Terra pode ser equatorial, transversal ou oblíqua (figura 2).
4. Forma polisuperficial: é o emprego de mais de uma superfície de projeção no mesmo mapa. Existe para aumentar a superfície de contato entre a projeção e a Terra diminuindo assim as distorções. A mais usual é a cone-policônica para mapeamentos que possui grandes variações leste-oeste e norte-sul. O IBGE utiliza a forma policônica para o mapeamento do território brasileiro, para tal são dispostos múltiplos cones em um mesmo mapa (figura 2).

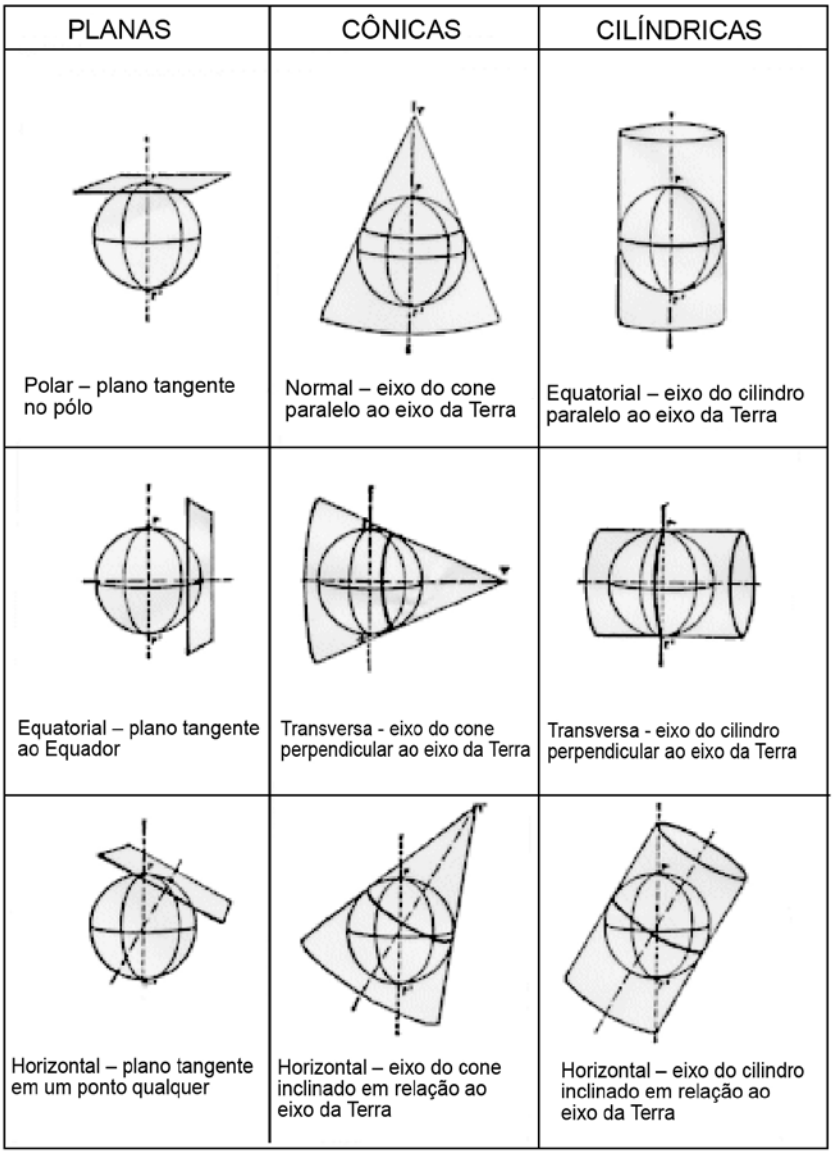

PLANAS
CÔNICAS
CILÍNDRICAS
Polar – plano tangente no pólo
Normal – eixo do cone paralelo ao eixo da Terra
Equatorial – eixo do cilindro paralelo ao eixo da Terra
Equatorial – plano tangente ao Equador
Transversa - eixo do cone perpendicular ao eixo da Terra
Transversa - eixo do cilindro perpendicular ao eixo da Terra
Horizontal – plano tangente em um ponto qualquer
Horizontal – eixo do cone inclinado em relação ao eixo da Terra
Horizontal – eixo do cilindro inclinado em relação ao eixo da Terra

Figura 2: Tipos de superfície.

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html. Acesso em 19/12/2014

1.1.3 Sobre as propriedades

O problema base da cartografia é como projetar uma superfície curva em um plano, aparece evidente nas propriedades da projeção. Cada propriedade irá privilegiar uma medida em detrimento das demais.

- Equidistante: não apresenta deformação nas distâncias. Os comprimentos são representados de maneira uniforme.
- Conforme: mantém os ângulos uniformes sob qualquer ponto da carta. Não deformam pequenas regiões.
- Equivalente: mantém as áreas do mapa uniformes. Mesmo que seja necessário deformar os ângulos ou as distâncias.
- Afilática: não mantém nenhuma das propriedades anteriores, nem os ângulos, nem as áreas e nem as distâncias.

1.1.4 Sobre a superfície de contato

A superfície de contato traduz-se como sendo a superfície de projeção intercepta a Terra. O plano, o cone, o cilindro pode interceptar a Terra em único ponto, uma linha ou até mesmo a superfície projetada "cortar" a Terra. A partir das características das superfícies e das variações de como interceptar a Terra surgiram as diferenças entre as superfícies de contato.

Tangente: quando a superfície projetada tangencia a Terra. Se for um plano intercepta em único ponto, se for um cilindro ou um cone pode interceptar em uma linha (figura 3).

Secante: é quando a superfície de projeção secciona a Terra. Se for superfície plana seccionará em uma linha. Se for um cilindro em duas linhas iguais e se for um cone em duas linhas desiguais (figura 3).

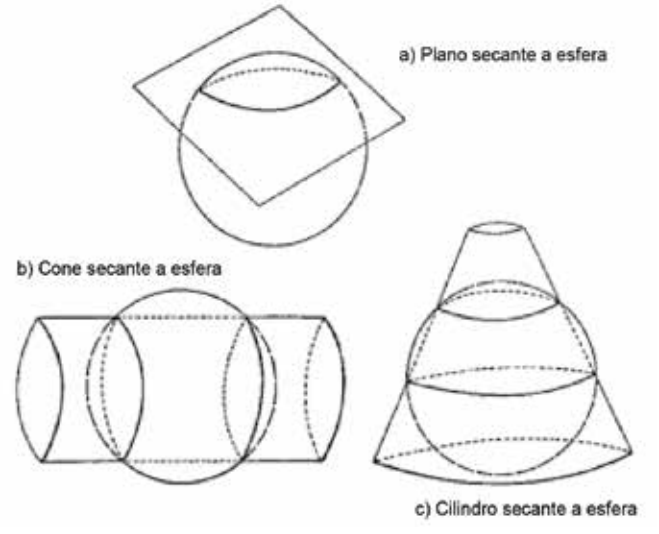


Figura 3: superfícies de contato

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html. Aceso em 19/12/2014

1.2 Histórico das projeções utilizadas no Brasil.

À medida em que a ciência cartográfica evolui com o aperfeiçoamento das técnicas para confecção de cartas e mapas com maior acurácia e precisão, o Brasil adotou novas projeções para os mapeamentos. É bom saber que projeções para escalas superiores a 1:25.000 ainda não foram normatizadas[1].

Rocha (1994) resumiu o histórico dos sistemas de projeção adotado oficialmente pelo Brasil por intermédio da Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, do Exército Brasileiro. A primeira projeção adotada em 1900 foi a poliédrica, para cartas de 1:100.000. Em 1932 a projeção adotada foi conforme de Gauss com fusos de 3° de abrangência, neste ponto cartas até 1:50.000 foram confeccionadas.

[1] Até o ano de 2013.

Em 1943 a DSG continuou utilizando a projeção conforme de Gauss mas ampliou o fuso de 3° para 6° com cilindro secante. Isto fez o fator de escala diminuir para ko=0,9993. Em 1955 a Diretoria do Serviço Geográfico adotou a projeção UTM conforme de Gauss, forma de cilindro superfície secante e amplitude de 6 graus. Esta projeção já havia sido recomendada pela União Geodésica e Geofísica Internacional – UGGI, anos atrás.

Em 2014 as normas cartográficas brasileiras prescrevem o sistema de projeção UTM baseado no sistema geodésico SIRGAS 2000 para mapeamentos com escalas menores que 1:25.000. Mapas com escalas muito pequenas, que abrangem todo o território nacional executados pelo IBGE utiliza o sistema de projeção policônica.

1.3 Projeções mais utilizadas no Brasil

Foi visto que todo sistema de projeção possui deformações e que não existe a projeção ideal. O que existe é a projeção mais adequada para o objetivo do trabalho. Órgãos que trabalham toda a extensão brasileira como o IBGE devem utilizar um sistema de projeção que seja mais aplicável a esta área. Órgãos que trabalham com um limite estadual, como o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) devem trabalhar com uma projeção adequada para uma área menor, se comparado a extensão que o IBGE trabalha. Órgãos que trabalham em áreas localizadas como as prefeituras devem também trabalhar com um tipo de projeção que guarde estas características para áreas reduzidas.

A escala também influencia na escolha da projeção. Quando se trabalha o Brasil todo em um mapa, obviamente que a escala deve ser pequena, algo em torno de 1:5.000.000. Quando se trabalha um estado como Ceará, deve-se trabalhar em escalas de 1:1.000.000 ou maiores. Quando se trabalha com cidades, a cartografia é do tipo cadastral e a escala é no mínimo 1:5.000.

Obviamente que quanto maior a escala, melhor você pode deformar seu papel para absorver as distorções do mundo real, e assim consequentemente deve-se escolher uma projeção adequada.

1.3.1 Projeção policônica

Nesta projeção a superfície de deformação é formada por diversos cones. Estes cones possuem topos diferentes, representando cada qual uma determinada latitude. Desta forma no mesmo mapa ficam representadas diversas distorções, mas que no conjunto melhoram a distância entre os pontos. Possui duas linhas retas determinadas pelo meridiano central (MC) e o equador (IBGE, 1998). Neste caso os paralelos não são concêntricos e não apresentam deformações porque cada um espelha seu cone (figura 4).

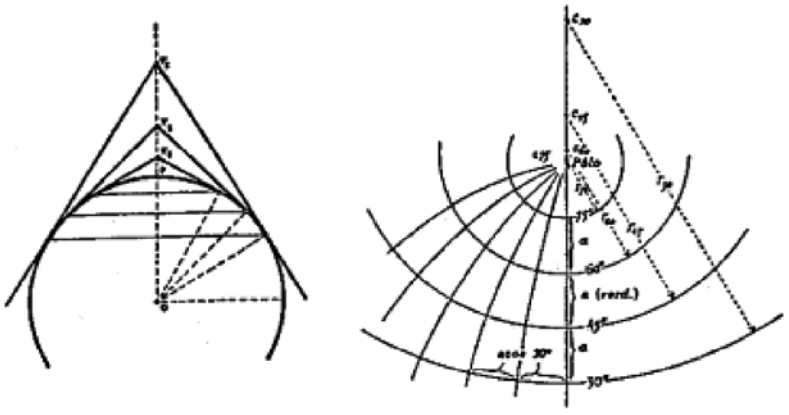


Figura 4: projeção policônica

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html. Acesso em 20/12/2014.

Observe a grade de coordenadas na figura 5 e perceba uma leve curvatura em direção ao sul. Essa curvatura acontece em função dos vários cones utilizados para confeccionar o mapa. Este mapa no tamanho e formato originais e mais outros mapas muito interessantes podem ser consultados no link: http://mapas.ibge.gov.br/fisicos/brasil. Vale a pena conferir.

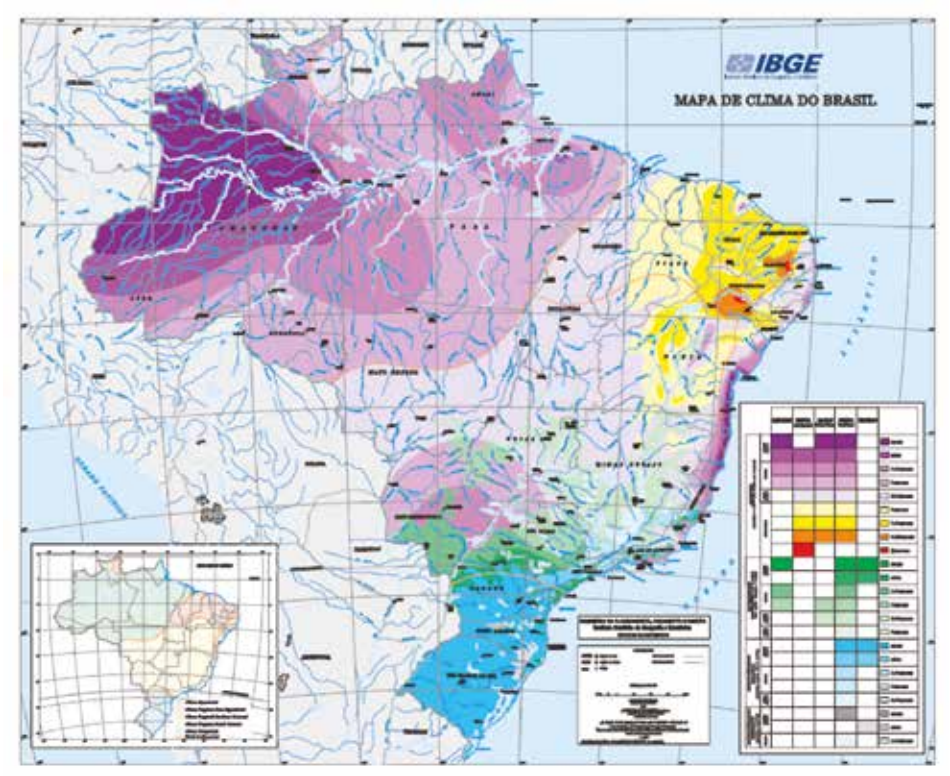


Figura 5: mapa de tipos climáticos do Brasil com a projeção policônica.
Fonte: http://mapas.ibge.gov.br/fisicos/brasil. Acesso em 20/12/2014.

1.3.2 Projeção UTM

A projeção desenvolvida por Gerhard Kremer foi a primeira que trabalhou com paralelos retos ao mesmo tempo em que os meridianos também são retos e equidistantes (FITZ, 2008). Esta projeção foi denominada de Mercator e foi base para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

A projeção UTM baseia-se em cilindros de rotação, normalmente secantes, com 6° de largura longitudinal e limites de latitude ao norte de 84° e ao sul de 80° (GRANELL-PEREZ, 2004 e IBGE, 1998). Cada rotação do cilindro corresponde a uma zona UTM, como a Terra possui 360° então existem 60 fusos UTM, 30 a leste e 30 a oeste. O meridiano de início da contagem dos fusos e o meridiano de Greenwich. A contagem inicia-se no meridiano 30 e diminui para oeste, portanto no Brasil tem-se os fusos 25 ao 18 (figura 6).

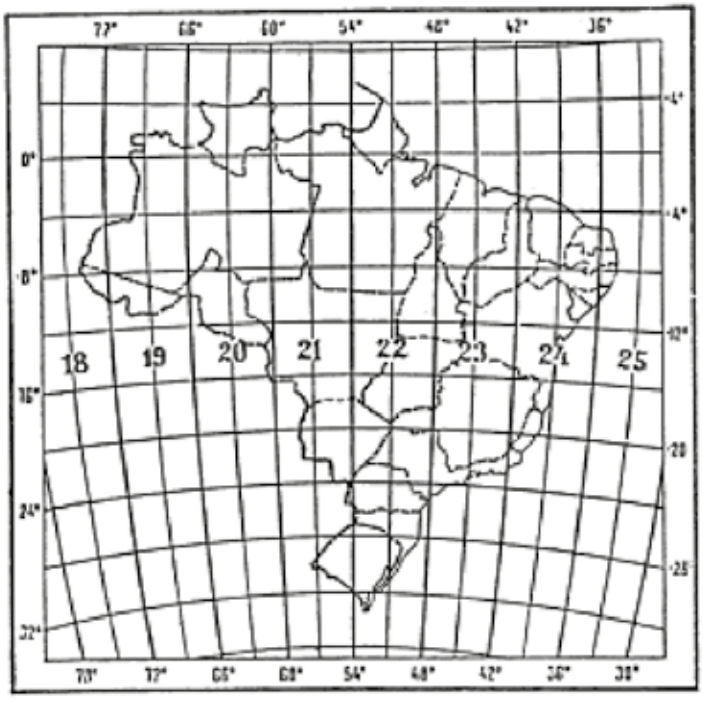


Figura 6: Fusos UTM no Brasil.

Fonte: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html. Acesso em 20/12/2014.

Como foi dito cada fuso deste corresponde a uma rotação de um cilindro. O meridiano central do fuso é o meridiano a leste somando 3°. Para a zona 24, onde situa-se o Ceará tem-se então 36° + 3° = 39°. O meridiano central da zona 24 é de 39°. O fator de escala, que é a deformação do real para o mapa no meridiano central é de 0,9996. Já nos meridianos de secância que dista 180km do meridiano central é 1 e nos extremos da zona, nos meridianos 36° e 42° é de 1,0015, observe isto na figura 7 (NOGUEIRA, 2008).

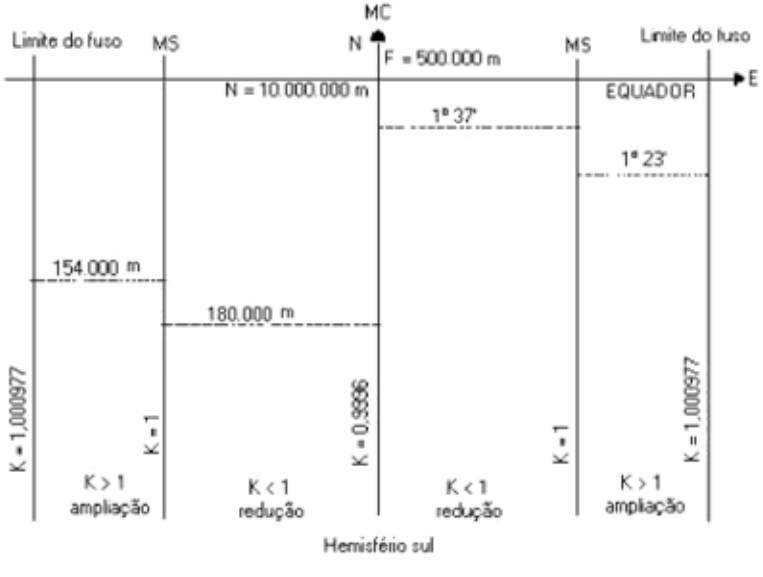


Figura 7: características da zona UTM

Fonte: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgR70AA/apostila-fatec-sp-topografia?part=3. Acesso em 20/12/2014.

A maior parte dos mapas produzidos em escalas médias, entre 1:500.000 e 1:50.000 possuem como referência de projeção o sistema UTM. Pesquise a coleção Ceará em mapas publicada pelo IPECE no link: http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/. Os mapas publicados estão em projeção UTM, veja que as linhas são todas retas, diferente da projeção policônica.

Existem duas variações do sistema de projeção UTM bem interessantes é o RTM (Regional Transversa Mercator) e o LTM (Local Transversa Mercator). A principal diferença entre estes sistemas e o UTM é que estes diminuem a largura da zona, tornando-o assim mais preciso, podendo então melhorar a escala do produto final.

O RTM divide a zona em fusos de 3° e o LTM divide a zona em fusos de 1°. Desta forma diminui a distância entre o meridiano central e o meridiano de secância, melhorando a precisão da coordenada absoluta do mapa. Mapas com sistema LTM podem ser confeccionados em escalas até 1:2.000, normalmente são trabalhados para cadastros urbanos.

2. Coordenada

Qualquer ponto que se localiza sobre a superfície da Terra está sob um sistema de coordenadas baseada em meridianos e paralelos. Os meridianos são círculos concêntricos que dividem a Terra nos hemisférios leste e oeste, possuindo todos os meridianos o mesmo tamanho. Já os paralelos são perpendiculares aos meridianos e paralelos com a linha do equador. Como o próprio nome já diz são linhas paralelas que possuem comprimento máximo no equador e diminui em direção aos polos. Divide a Terra nos hemisférios norte e sul.

A latitude é o ângulo que se forma entre a linha do equador e linha que parte do ponto de referência até o centroide do planeta, variando de 0° a 90° norte ou sul. A longitude é o ângulo entre o ponto de referência e o meridiano de Greenwich, variando de 0°a 180° leste ou oeste (figura 8).

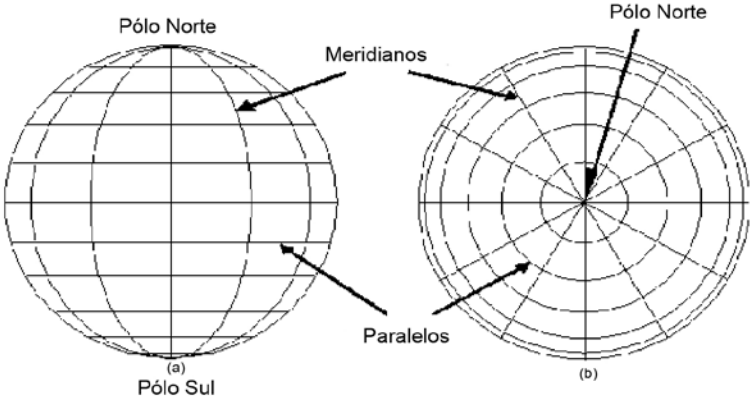


Figura 8: Meridianos e paralelos.

Fonte: http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/esfera-celeste/esfera-celeste.htm. Acesso em 20/12/2014.

Como foi tratado anteriormente em coordenadas absolutas, é interessante saber como elas se configuram no sistema UTM. Sabendo que cada cilindro é uma zona UTM, então cada cilindro possui suas coordenadas, ou seja, elas são absolutas somente para a zona de origem. As coordenadas se repetem entre as zonas, são os mesmos números! A diferença está justamente na zona, por isso é fundamental saber em qual zona UTM situa-se seu mapa.

A escrita da coordenada pode assumir vários formatos. O formato mais conhecido é o GMS ou grau, minuto e segundo. Pode ser também em GMD ou grau e minutos decimais, ou ainda o padrão métrico bastante utilizado na cartografia atual.

Para determinar a coordenada em uma zona UTM, deve-se saber que elas preferencialmente são representadas em unidade métrica. São acrescidas as constantes 500.000 (para mapas em metros) ou 500 (para mapas em km) partindo do meridiano central. Partindo da linha do equador é acrescida a constante 10.000.000 (para mapas em metros) ou 10.000 (para mapas em km). Estas constantes têm como principal objetivo evitar o uso de coordenadas negativas, o que dificulta o manuseio da informação pela matemática, informática e outras ciências que necessitam da cartografia.

Observe a figura 9. As coordenadas do padrão UTM, partindo do meridiano central estão aumentando para leste e as coordenadas partindo do equador estão aumentando para norte. É fácil extrair as coordenadas UTM em qualquer ponto do mapa. Sabendo que o mapa está em metros, quando a coordenada varia de E=788.000 para E=792.000 variou uma diferença de 4.000 pontos que é o mesmo valor em metros, 4.000m ou 4km. Desta forma a extração das coordenadas em qualquer ponto do mapa é executada por meio de uma regra de três simples.

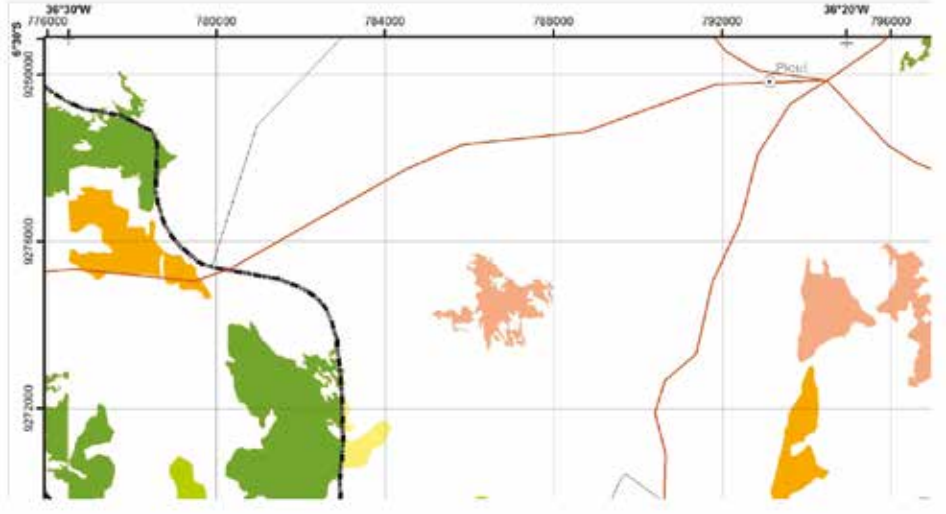
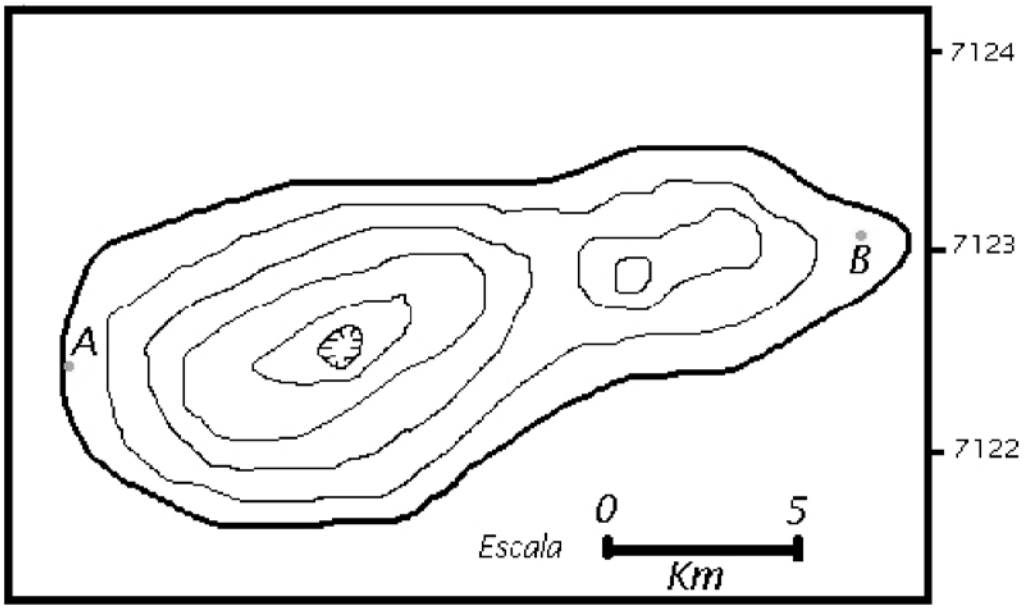


Figura 9: fragmento de carta com coordenadas UTM.

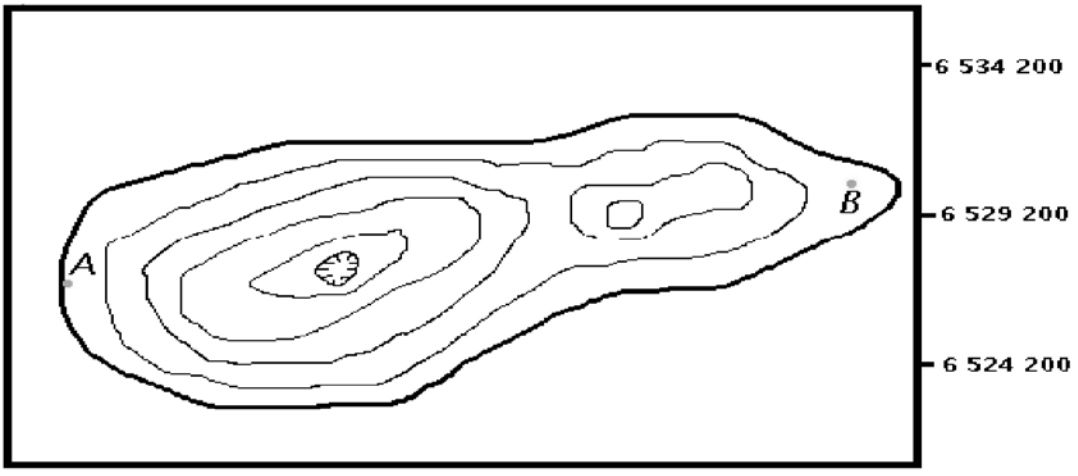
Atividades de avaliação

1. Qual é o erro da figura abaixo? Explique sua resposta.



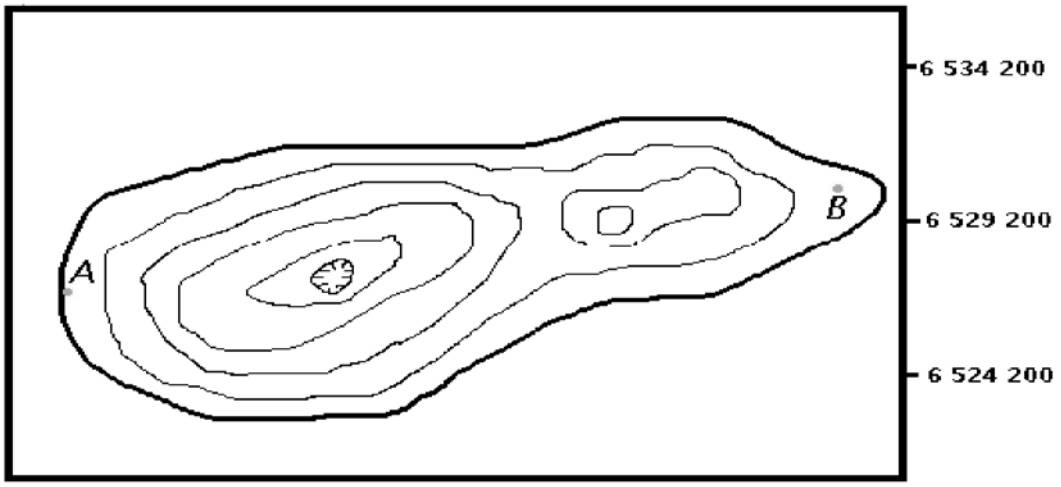
Fonte: https://cartografiaescolar.wordpress.com/coordenada-utm/. Acesso em 22/12/2014.

2. Qual a escala do mapa abaixo?



Fonte: https://cartografiaescolar.wordpress.com/coordenada-utm/. Acesso em 22/12/2014

2. Determine as coordenadas dos pontos A e B, e a distância entre eles na figura abaixo.



Fonte: https://cartografiaescolar.wordpress.com/coordenada-utm/. Acesso em 22/12/2014

Referências

NOGUEIRA, Ruth E. Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. 2ª ed. Ver. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008. 314 p. il.

FITZ, Paulo Roberto. Cartografia Básica. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Granell-Pérez, María del Carmen. Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas. 2ª ed. Ijui: Ed. Unijui, 2004. 128p. il.

ROCHA, R. S. da. Proposta de definição de uma projeção cartográfica para mapeamento sistemático em grande escala para o estado do rio grande do sul. (Dissertação). Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Manual básico de cartografia. Silva, Isabel de Fátima Texeira [coord]. Rio de janeiro, 1998. 127p. il. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/indice.htm. Acesso em 20/12/2014.

MENEZES, Paulo Márcio L. de. Apostila básica de cartografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia. Disponível em: http://pt.scribd.com/doc/15595653/Apostila-de-Cartografia-Completa#scribd. Acesso em 20/12/2014.

Capítulo 5

Sistemas de Posicionamento Global – GPS

A localização do Homem e de qualquer outro objeto sobre a superfície da Terra é uma necessidade ligada à essência do conhecimento do espaço geográfico e de sua representação espacial desde a observação de astros no céu e o uso de instrumentos como a bússola. Com a evolução histórica e tecnológica para obtenção da localização de quaisquer objetos numa dada porção da superfície terrestre, ou melhor, da aquisição de coordenadas geográficas, a disponibilização de Sistemas de Posicionamento Global a partir do uso de satélites proporcionou uma maior facilidade de medição e precisão destas informações.

Dentre os sistemas, o GPS (*Global Positioning System*) é o mais utilizado no Brasil (FITZ, 2008). Pode-se destacar ainda outros sistemas como GNSS (Global Navigation Satellite System), GLONASS (Global Navigation Satellite System), GALILEO, WAAS (Wide Area Augmentation System), EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) e o mais novo sistema em implantação, o BeiDou (BeiDou Navigation Satellite System) (figura 1). Neste capítulo discutiremos as principais características e funcionamento do sistema GPS e ao final, apresentaremos de modo sucinto os demais sistemas mencionados.

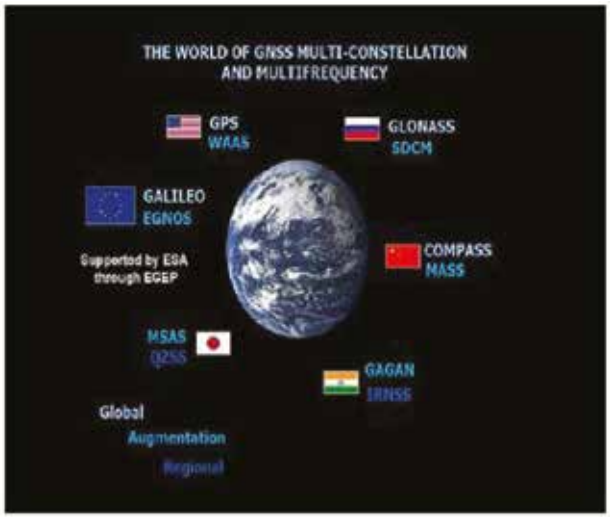


Figura 1: Sistemas de navegação pelo mundo.

Fonte: http://esamultimedia.esa.int/docs/Navigation/fact-sheet-gnss-evolution.pdf. Acesso em 15/12/2014.

1. Sistema GPS

Pode-se definir o GPS (*Global Positioning System*) como um sistema de posicionamento global por satélites, que utiliza ondas de rádio para medir distâncias, coordenadas e altitudes enviadas por sinal a um aparelho receptor em terra, fornecendo assim a localização de objetos sobre a superfície terrestre, ou no mar.

> "GPS é a abreviatura de NAVSTAR GPS. É um sistema de radio-navegação baseado em satélites, desenvolvido e controlado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América que permite a qualquer usuário saber sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre" (ROSA 2007, p. 217).

De acordo com Albuquerque e Santos (2007), o desenvolvimento do GPS está ligado ao Departamento da Marinha dos Estados Unidos, durante a 2ª. Guerra Mundial para fins militares de navegação e posicionamento de alvos sobre a superfície. O NAVSTAR/GPS tornou-se popular no inicio da década de 80, quando foi disponibilizado para uso civil. É amplamente utilizado pelas ciências que trabalham com levantamentos de dados de campo para fins geodésicos e de mapeamento.

1.1. Segmentos do Sistema GPS

O sistema GPS é dividido em segmentos para gerenciamento e controle de toda a estrutura implantada. Estes segmentos são o espacial, o de controle e o de usuários. Na lição de Oliveira (2011) estes segmentos são definidos da seguinte forma:

- Segmento espacial: é constituído por 24 satélites em 6 órbitas distintas a uma altura de aproximadamente 20.200km da Terra, possuem satélites de reserva para assumir o controle em caso de manutenção (figura 2). Pela disposição das órbitas ficam visíveis no mínimo 4 satélites, em qualquer local da superfície da terra em qualquer hora, concomitantemente (figura 3). Estes satélites são atualizados, visto que os equipamentos deterioram, atualmente encontram-se na transição da quarta para a quinta geração.

Figura 2: Satélite do segmento espacial do sistema GPS.

Fonte: http://mundogeo.com/blog/2012/04/19/novos-satelites-e-controle-do-sistema-gps-sao-testados/. Acesso em 02/01/2015.

Figura 3: Constelação de satélites do sistema GPS.

Fonte: http://www.vaztolentino.com.br/conteudo/562-TECNOLOGIA-GPS-SEGMENTO-ESPACIAL-SEGMENTO-DE-CONTROLE-SEGMENTO-DO-USUaRIO. Acesso em 02/01/2015.

- Segmento de controle[1]: Constituído por 5 estações de controle sendo uma central na Califórnia (figura 4). Entre as principais atribuições deste segmento está o monitoramento dos satélites, o sincronismo dos relógios entre o satélite e a estação receptora além previsão das órbitas dos satélites nas próximas 24h.

[1]Este segmento de controle está sendo atualizado pelo governo americano melhorando a acurácia do sistema, ainda sem previsão de entrar em operação.

Figura 4: Segmento de controle

Fonte: http://vaztolentino.com.br/conteudo/562-TECNOLOGIA-GPS-SEGMENTO-ESPACIAL-SEGMENTO-DE-CONTROLE-SEGMENTO-DO-USUaRIO. Acesso em 02/01/2015.

Segmento de usuários: todos os usuários civil e militar compõem este sistema. Está na ponta de todo o sistema GPS e recebe as coordenadas vindas dos satélites calibrados pelas estações de controle. Fazem parte deste segmento os aparelhos receptores, os programas de processamento que são adquiridos junto com os aparelhos e os métodos que o usuário coleta a coordenada (figura 5).

Figura 5: segmento de usuários

Fonte: http://www.taringa.net/posts/info/11304843/5-tecnologias-amenazadas-por-los-telefonos-inteligentes.html e http://vaztolentino.com.br/secao/46-Sobre-GPS. Acesso em 02/01/2015.

2. Cartografia e o sistema GPS

O processo de obtenção de coordenadas do sistema GPS por qualquer tipo de usuário para qualquer finalidade é o mesmo. O aparelho receptor do sistema deve estar emparelhado com no mínimo 3 satélites (X, Y) ou 4 satélites (X, Y, Z e velocidade) para identificação das coordenadas (figura 6).

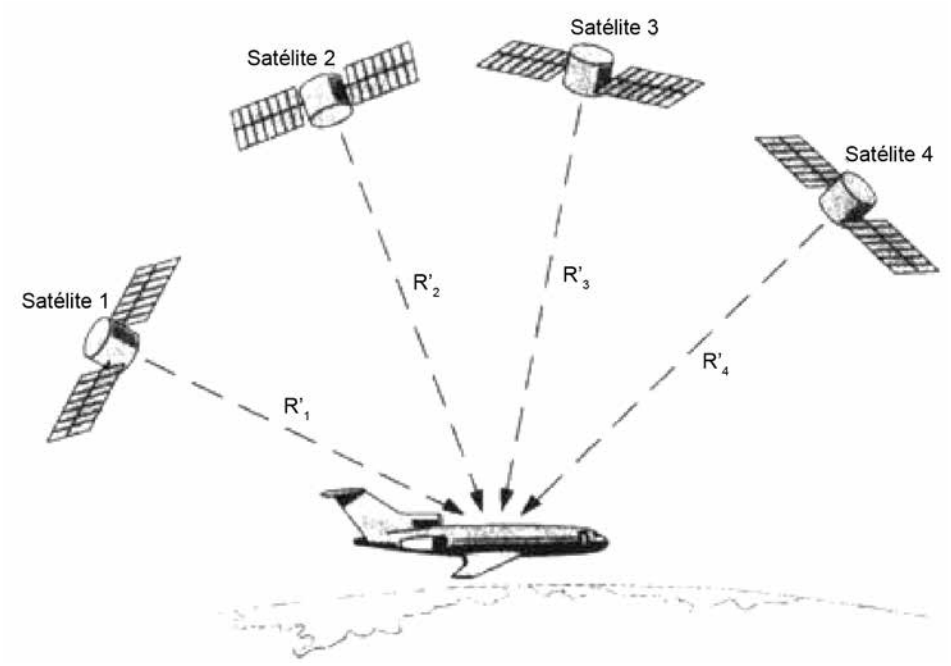


Figura 6: Obtenção de coordenadas

Fonte: http://pasqualtirado.webcindario.com/tema123stph21.htm. Acesso em 02/01/2015

Todo o sistema GPS está referenciado a um sistema geodésico, que deve ser o mesmo utilizado pelo receptor GPS para processar os dados recebidos e determinar as coordenadas dos pontos de interesse, diminuindo assim a possibilidade de erros na conversão. As coordenadas do sistema GPS são adquiridas no sistema geodésico WGS-84 (ALBUQUERQUE & SANTOS, 2003).

3. Métodos de posicionamento

Com ênfase ao tipo do aparelho GPS, código de operação, tempo disponível para o campo e nível de precisão irão variar as formas de obtenção da coordenada do sistema GPS. Existem muitos métodos de posicionamento sendo os mais importantes o absoluto, diferencial e o relativo (ALBUQUERQUE & SANTOS, 2003; ROSA 2007).

O método absoluto, ou posicionamento por ponto, utiliza aparelhos GPS de baixa precisão (entre 3 e 15 metros). É usado nos aparelhos comuns para navegação (carros, aviões, navios) e oferecem a coordenada em tempo real. Dependendo da escala de trabalho esta precisão pode ser satisfatória ou não.

O método diferencial é o mesmo método absoluto, porém as coordenadas são corrigidas por um receptor fixo. Oferece mais precisão que o método absoluto. Já no método relativo a precisão é mais acurada, sendo necessário equipamento e mão de obra especializada para executar o trabalho.

Podem existir erros na aquisição das coordenadas. Estes erros já foram detalhados por Souza (2005) sendo classificados em três grupos: satélites, propagação no meio e antenas, cada grupo possui uma série de erros específicos. O mais comum é erro de distribuição geométrica dos satélites HDOP (horizontal), VDOP (vertical), PDOO (tridimensional), TDOP(tempo).

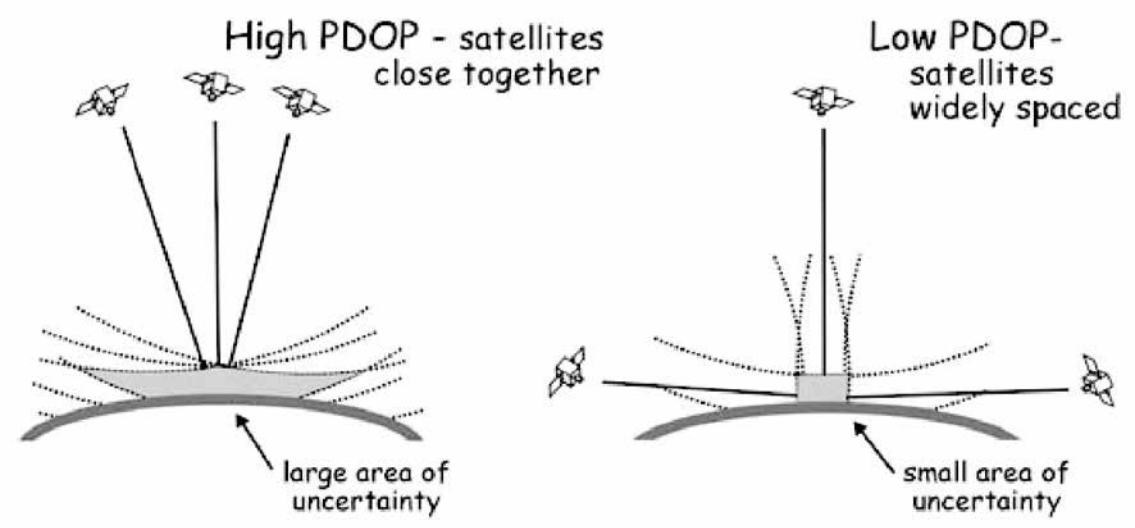

High PDOP - satellites close together
Low PDOP- satellites widely spaced
large area of uncertainty
small area of uncertainty

Figura 7: Erro de posicionamento.

Fonte: http://indiagps.in/errors-and-precision-of-GPS-signal. Acesso em 02/01/2015.

4. Outros sistemas de posicionamento global

Não existe apenas o sistema GPS para determinação das coordenadas. Outros sistemas já estão em operação ou em desenvolvimento em todo o mundo. Na sequência está uma descrição deles (ROSA, 2008).

- GLONASS – Sistema russo similar ao GPS.
- GNSS (europeu)– O GNSS (Global Navigation Satellite System) surgiu da ideia de combinar o GPS e o GLONASS (Global Navigation Satellite System - sistema russo equivalente ao GPS). A grande vantagem é o maior número de satélites e a característica do sistema GLONASS não estar sujeito à codificação P (AS).
- WAAS – Wide Area Augmentation System tem como base o posicionamento relativo e é, em essência, um DGPS. A diferença é que a correção diferencial é difundida por um satélite geo-estacionário cujo sinal cobre uma determinada zona. O WAAS está em funcionamento e cobre a América do Norte.
- EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) será o equivalente europeu ao WAAS.

- GALILEO – Existem dois sistemas de rádio-navegação e posicionamento por satélite o GPS e o GLONASS. A continuidade e a qualidade da sua utilização civil dependem de governos que podem por exemplo, interromper ou deteriorar o sinal a qualquer momento. Por esta e outras razões, a União Europeia decidiu construir seu próprio sistema de rádio-navegação e posicionamento, sob a designação de Galileo.
- BEIDOU/COMPASS - encontra-se em desenvolvimento na China, o Beidou/Compass. Seu financiamento e controle também são originados de autoridades militares, a exemplo do GPS e GLONASS.

Atividades de avaliação

Prática com gps

O exercício é necessário para que você consiga entender e operar um aparelho GPS, compreendendo de onde vem as coordenadas e sua função em trabalhos e campo. Neste exercício você aprenderá a marcar um ponto, navegar até um local, calcular uma área bem como configurar seu equipamento.

Ligando o GPS: segure o botão escrito light, observe que contém o sinal de liga/desliga eletrônicos, logo em seguida aparecerá a tela de apresentação e a tela inicial do equipamento.

Para conhecer as telas navegue e clique com o cursor de navegação (joystick); segure o GPS com a mão direita em um ângulo de 45° com o solo e se for destro opere o joystick com o polegar direito.

Tela do *Mapa* indica a localização no mapa carregado no aparelho;

Tela *Para onde?* selecionará a rota, pontos recentes ou coordenada pré-definida;

Tela *Bússola* indica o rumo, a velocidade, a distância e tempo que falta para o ponto selecionado;

Tela *Marcar Ponto* utilizada para registrar a coordenada do local com elevação e alguma nota que julgue importante;

Tela *Computador de Viagem* marca a velocidade máxima, tempo em deslocamento, tempo parado, elevação do ponto e quantas horas para o pôr-do-sol;

Tela *Configurar* altera a configuração do seu GPS, inclusive o formato da coordenada, unidade de medida, direção, sistema de navegação de satélite e outras informações;

Tela *Calcular áreas* utilizada para medir uma área determinada pelo usuário pelo caminhamento de um perímetro;

Tela *Satélite* utilizada para diagnosticar a constelação dos satélites que o aparelho está captando o sinal, bem como o nível do sinal;

1. A partir do reconhecimento básico do seu aparelho, na tela *Configurar* faça as seguintes atividades:

   Configure o sistema de unidades para métrico;

   O formato da posição para UTM;

   O sistema de referencia para WGS 84.

2. Após isso na tela *Marcar Ponto* e marque o local de entrada do polo em que estuda. Denomine o ponto como **ent polo cidade**. Anote a coordenada no espaço abaixo.

3. Agora na tela Calcular áreas faça um caminhamento entorno da quadra do seu polo e anote a área abaixo.

4. Desligue o GPS, dirija-se a um ponto distante (aproximadamente 600m), ligue novamente o GPS. Na tela *Para Onde?* selecione o ponto da entrada do polo, pela bússola navegue até o local selecionado.

Referências

ALBUQUERQUE, P. C. G.; SANTOS, C. C. **GPS para iniciantes**. Mini curso XII SBSR. Goiânia, 16-21abril. São José dos Campos: INPE. 2005. Disponível em: http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.02.09.16/doc/publicacao.pdf. Acesso em: 18/12/2014.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: ed. UNESP. 2008. 480p.

NOGUEIRA, R.E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. 2ª. Edição revista. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

RAFFO, J.G. da G. Posicionamento de objetos na superfície da Terra. IN: VENTURI, L.A.B.(org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de textos, 2005.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6ª ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.

OLIVEIRA, Julio Cesar de. **Conceitos Básicos sobre Posicionamento por Satélites Artificiais**. XIV Curso de Uso Escolar de Sensoriamento Remoto no Estudo de Meio Ambiente. INPE. 2011. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Apresentacao_GPS.pdf. Acesso em 02/01/2015.

ALBUQUERQUE, Paulo César Gurgel. SANTOS, Cláudia Cristina dos. **GPS para iniciantes**. Mini-curso XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE: São José dos Campos. 2003. Disponível em: http://geosenso.com/arquivos/GPS%20para%20iniciantes%20-%20INPE.pdf. Acesso em 02/01/2015.

SOUSA, Carlos Renato Macedo de. GPS: Uma análise do sistema e de potenciais fontes de interferência no Rio de Janeiro. **Dissertação**. Instituto Militar de Engenharia: Rio de Janeiro, 2005.

Capítulo 6

Elementos de Representação Cartográfica

1. A Linguagem Cartográfica

Os mapas são representações gráficas bidimensionais da superfície terrestre, ou de parte dela, utilizando uma linguagem de símbolos. Para os mapas efetivamente serem eficientes como meio de comunicação visual universal, é necessário que o usuário consiga fazer a sua leitura, ou seja, ler, analisar e interpretar os fenômenos geográficos.

Para tanto, a simbologia cartográfica deve ser facilmente compreensível e perceptível visualmente para conseguir passar a informação ao leitor de mapas. A essa linguagem por meio de símbolos chamamos de linguagem cartográfica. A *semiologia gráfica* tem como objeto de estudo o conhecimento das propriedades da linguagem por meio de símbolos.

Joly (1990) considera que, a semiologia gráfica quando é aplicada à cartografia, ela permite avaliar as vantagens e limites das variáveis visuais empregadas na simbologia cartográfica e, portanto formular regras de uma utilização racional da linguagem cartográfica. Nesse sentido, o cartógrafo afirma que "um mapa é definitivamente um conjunto de sinais e cores que traduz a mensagem expressa pelo autor".

2. A Representação Gráfica

De acordo com Martinelli (2011), a representação gráfica faz parte do sistema de sinais que o ser humano construiu para se comunicar em sociedade, composta por uma linguagem gráfica bidimensional, atemporal, destinada à vista.

A representação gráfica no plano, ou seja, a gramática cartográfica nos mapas temáticos é construída a partir das 3 (três) primitivas gráficas primárias: ponto, linha e área (Nogueira, 2008), constituindo uma linguagem monossêmica (Martinelli, 2011), isto é, só há uma maneira de expressar gráfica e visual a informação, sem ambiguidades (figura 1).

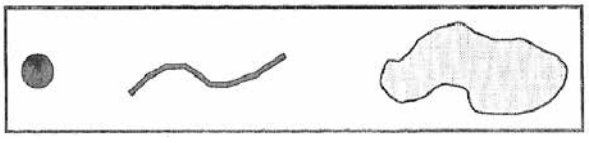


Figura 1 – Primitivas gráficas básicas cartográficas.

Fonte: Nogueira (2008)

2.1. Análise da Informação

Os mapas representam informações sobre a superfície terrestre com precisão na localização, podendo-se se estabelecer direções e distâncias. Com base em Joly (1990) e Rosa (2004), cada parte de uma informação é chamada de componente, a qual apresenta as seguintes características:

Localização – corresponde às duas dimensões do plano, determinadas perpendicularmente pelas coordenadas x (latitude) e y (longitude).

Comprimento - é o número de suas subdivisões (classes);

Nível de organização - é a característica mais importante da componente, trata-se do significado, a característica do lugar que pode ser: quantitativo (ex. no. de alunos, no. de dias de chuva, etc.), ordenado (ex. dias da semana, meses do ano, hierarquias militares, tonalidades, etc.), e qualitativo (ex. indústrias, culturas, etc.).

Extensão - é a relação entre o número maior e o menor da série quantitativa considerada;

Com base na componente de extensão, as informações são organizadas no mapa de acordo com quatro modos de implantação, (ou elementos de representação do espaço), a saber: ponto, linha, área (zona) e volume.

2.2 Variáveis Visuais

Para a qualidade dos dados e informações a serem representadas, além de se considerar as duas dimensões no plano elas devem atender às variáveis visuais, ou retinais, estabelecidas por Bertin (1973) resgatadas por Joly (1990) e Martinelli (2011).

As variáveis visuais ou retinais são:

Tamanho - é usado para representar dados quantitativos, traduzindo a proporção entre as classes dos diversos elementos cartográficos, representados por formas básicas (círculos, quadrados, retângulos, triângulos), conferindo-lhe tamanhos proporcionais ao valor dos dados.

Valor - é usado para representar dados ordenativos, por meio da variação de tonalidade do claro ao escuro.

Granulação - também usado para representar dados ordenativos, porém em substituição ao valor. Consiste na variação de texturas, entre as mais finas para as mais grosseiras, sem alterar a intensidade visual.

Cor - é usada para representar dados qualitativos (seletivos). Consiste na variação das cores primárias, secundárias e terciárias.

Orientação - também usada para representar dados qualitativos (seletivos) em substituição à cor. Orientação são as variações de posição entre o vertical, o oblíquo e o horizontal.

Forma - usada para representar dados qualitativos (associativos). Agrupa todas as variações geométricas (círculo, quadrado, triângulo, etc.) ou não.

A figura 2 apresenta as relações entre modos de implantação e variáveis retinais na representação gráfica definida por Bertin (1973), resgatada por Joly (1990).

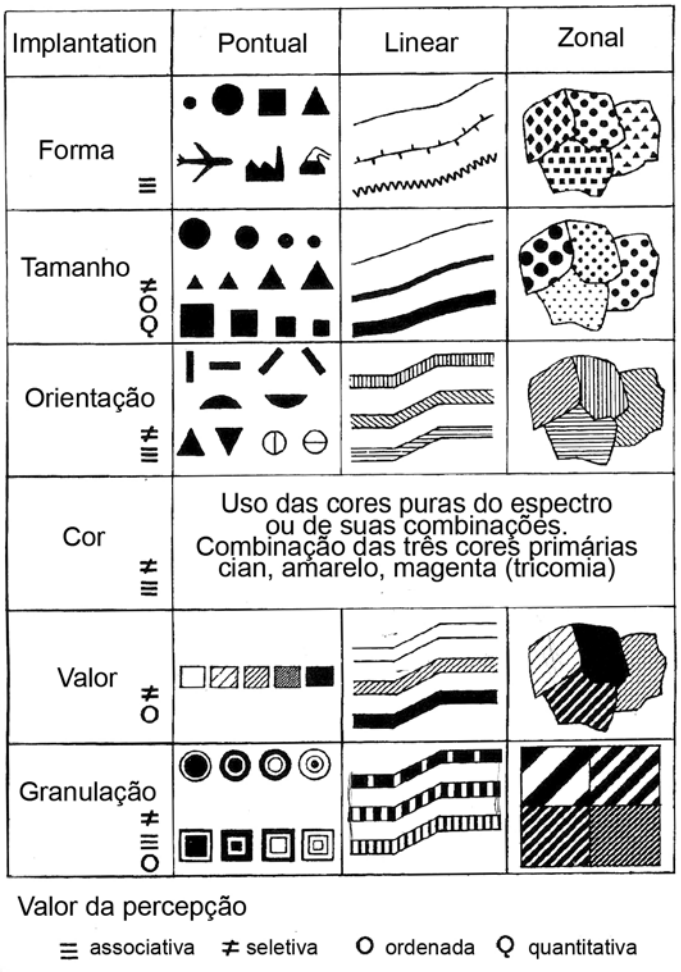

Implantation
Pontual
Linear
Zonal
Forma ≡
Tamanho ≠ O Q
Orientação ≠ ≡
Cor ≠ ≡
Uso das cores puras do espectro ou de suas combinações. Combinação das três cores primárias cian, amarelo, magenta (tricomia)
Valor ≠ O
Granulação ≠ ≡ O
Valor da percepção
≡ associativa ≠ seletiva O ordenada Q quantitativa

Figura 2 – Variáveis retinais e modo de implantação da informação, segundo Bertin.

Fonte: Joly (1990).

2.3 Propriedades Perceptivas

Segundo Martinelli (2011), as propriedades perceptivas devem traduzir as três relações fundamentais entre objetos, fatos e fenômenos:

Relações de similaridade/ diversidade (≠)

Relações de Ordem (O)

Relações de Proporcionalidade (Q)

Com base nas relações de similaridade, ordem e proporcionalidade, são estabelecidas as seguintes propriedades perceptivas:

Dissociativa (≡): quando os elementos no mapa ficam agrupados de acordo com determinadas características distintas.

Associativa (≡): quando os elementos no mapa ficam agrupados de acordo com determinadas características comuns.

Seletiva (≠): quando a intenção é mostrar a distinção dos elementos entre si.

Ordenada (O): quando a representação expressa uma hierarquia ou uma ordem dos elementos.

Quantitativa (Q): a relação de proporção é imediata.

2.4. As Cores e os Mapas

Compondo o conjunto monossêmico da representação cartográfica, juntamente com os símbolos, traços e letras, a cor é uma variável visual indispensável para a comunicação por meio da leitura dos mapas. Uma cor ou várias cores devem ajudar para uma composição harmoniosa de todos os seus elementos, em observação de regras básicas segundo círculo cromático (figura 3). Caso contrário, a comunicação visual do mapa é comprometida pelas incoerências na apresentação dos objetos.

Joly (1990) define que "a simbologia cartográfica consiste, assim, num arranjo convencional das manchas significativas localizadas em implantação pontual, linear ou zonal." O arranjo pode em uma, ou várias cores.

Figura 3 - Círculo Cromático.

Fonte: http://www.keepcalmdiy.com/diy/tutorial-dip-dye-tie-dye/

Cores Primárias: são todas as cores que impressionam nossas vistas são obtidas pela combinação do azul, amarelo e vermelho (figura 4). São aquelas encontradas "puras" na natureza, não podendo se obtidas pela mistura de outras.

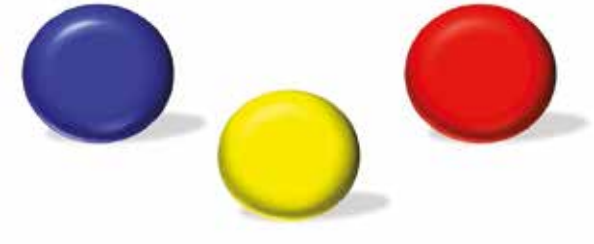


Figura 4 – Cores primárias.

Fonte: http://www.escudeiro.com/aulas/teoria_cor.html

Cores Secundárias: são cores que misturando-se às cores primárias em quantidades iguais, duas a duas, dão origem às cores: laranja, verde, violeta etc. (figura 5).

Cores Terciárias: da mistura das cores primárias com as secundárias, em partes iguais: abóbora, púrpura, anil, turqueza, limão, etc.

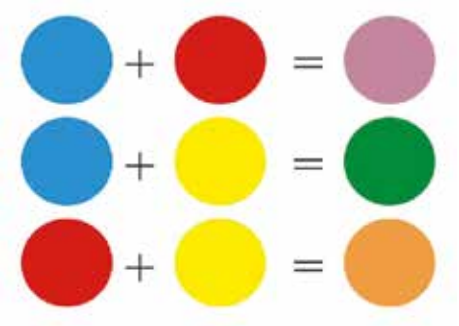


Figura 5 – Cores secundárias.

Fonte: http://luzcor.no.comunidades.net/index.php?pagina=1244208861

3. Métodos de Representação da Cartografia Temática

Segundo Martinelli (2011), nos mapas temáticos os fenômenos podem ser representados de forma pontual, linear ou zonal, o que permite fazer uma abordagem qualitativa, ordenada ou quantitativa. Deve-se considerar que os fenômenos a serem representados podem ser apreciados do ponto de vista estático ou dinâmico, pois tempo e espaço são indissociáveis. A seguir são apresentados os tipos de representação dos elementos cartográficos:

1. Representações qualitativas: expressam a existência, a localização e a extensão dos fenômenos, levando-se em conta, principalmente, a diversidade entre objetos, que se diferenciam pela sua natureza.
2. Representações ordenadas: são indicadas quando as categorias dos fenômenos se inscrevem numa sequência única e universalmente admitida. A relação entre os objetos é de ordem, definem-se, assim, as hierarquias.
3. Representações quantitativas: são empregadas para evidenciar a relação de proporcionalidade entre os objetos (B é quatro vezes maior que A). Esta relação deve ser transcrita por relações visuais da mesma natureza. A única variação visual que transcreve corretamente esta noção é o *Tamanho*.
4. Representações dinâmicas: O dinamismo dos fenômenos pode ser apreciado no tempo (transformações de seus estados no espaço, com o passar do tempo) e no espaço (o fenômeno se manifesta através de um movimento, deslocando certa quantidade de elementos através de certo percurso, dotado de certo sentido e direção, empregando para isso um certo tempo).
5. Cartografia de Síntese: o mapa resultante deve evidenciar conjuntos espaciais de síntese, os quais têm de ser internamente homogêneos e bem distintos uns dos outros.

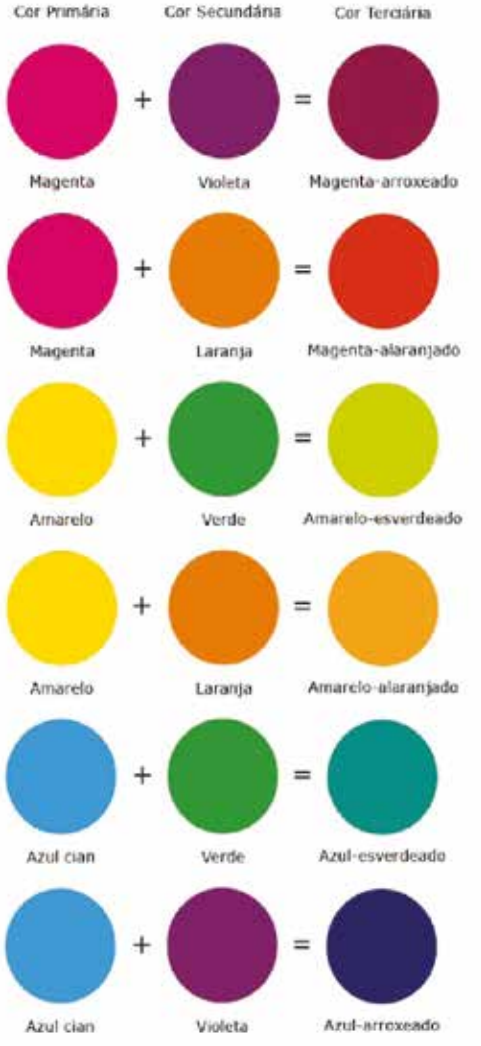


Figura 6 – Cores terciárias

Fonte: http://artistas-palmoemeio.blogspot.com.br/2012/10/6-ano-teoria-da-cor-ii.html

4. A Simbologia Cartográfica

A cartografia temática é o ramo dessa ciência que se preocupa com o planejamento, a execução e a impressão final, ou seja, a plotagem dos mapas temáticos (FITZ, 2008).

Conforme o autor, os mapas temáticos são representações de determinados aspectos ou temas sobre outros mapas existentes, denominados de mapas-base. Utilizam simbologia diversa para representação dos temas especializados sobre a superfície. Qualquer mapa que apresente informações além daquelas específicas sobre a superfície é um mapa temático.

Para tanto, alguns elementos e componentes são fundamentais para o entendimento de mapas temáticos. São eles:

- *Título*: expressa claramente o tema, o local aonde acontece os fenômenos representados e a data.
- *Escala*: proporção de redução da realidade.
- *Orientação*: indica a posição geográfica, em caso de inexistência de um sistema de coordenadas. Pode ser compreendida a partir do Norte, situado na metade superior da folha. O Norte Verdadeiro (NV) ou Geográfico (NG) é aquele indicado por qualquer meridiano geográfico. O Norte Magnético (NM) é a direção do polo magnético indicado pela agulha imantada da bússola. O Norte de Quadrícula (NQ) está representado nas cartas topográficas seguindo-se, no sentido sul-norte, a direção das quadrículas pelas cartas.
- *Base cartográfica*: são os dados, o mapa-base.
- *Sistema de Projeção*
- *Convenções utilizadas e legenda*: situada na parte inferior do mapa.
- *Referências*: consistem na fonte dos dados, autoria, órgãos ou instituições.

4.1 Convenções e Legendas

De acordo com o IBGE (1998), as convenções cartográficas abrangem símbolos que, atendendo às exigências da técnica, do desenho e da reprodução fotográfica, representam de modo mais expressivo, os diversos acidentes do terreno e objetos topográficos em geral (figura 7).

Figura 7 – Convenções cartográficas.
Fonte: (IBGE 1998).

Para o uso de símbolos devem-se considerar determinados aspectos:

- O símbolo é indispensável em qualquer tipo de representação cartográfica.
- A sua variedade ou a sua quantidade acha-se, sempre, em função da escala do mapa.
- As dimensões e a forma característica de cada símbolo deve ter homogeneidade para predominar em todos os trabalhos da mesma categoria.
- A posição de uma legenda é escolhida de modo a não causar dúvidas quanto ao objeto a que se refere.

Considerando que a carta ou mapa tem por objetivo a representação de duas dimensões, a primeira referente ao plano e a segunda à altitude, os símbolos e cores convencionais são de duas ordens: planimétricos e altimétricos.

4.2 Planimetria

A representação planimétrica corresponde aos elementos que cobrem a superfície do solo, sejam físicos ou naturais e culturais ou artificiais. Os primeiros correspondem principalmente à hidrografia e vegetação (figuras 8 e 9), os segundos decorrem da ocupação humana, sistema viário, construções, limites políticos ou administrativos etc.(figuras 8 a 13).

Figura 8 – Convenções cartográficas de aspectos naturais – hidrografia.
Fonte: IBGE (1998)

Figura 9 – Convenções cartográficas de aspectos naturais – vegetação.
Fonte: IBGE (1998)

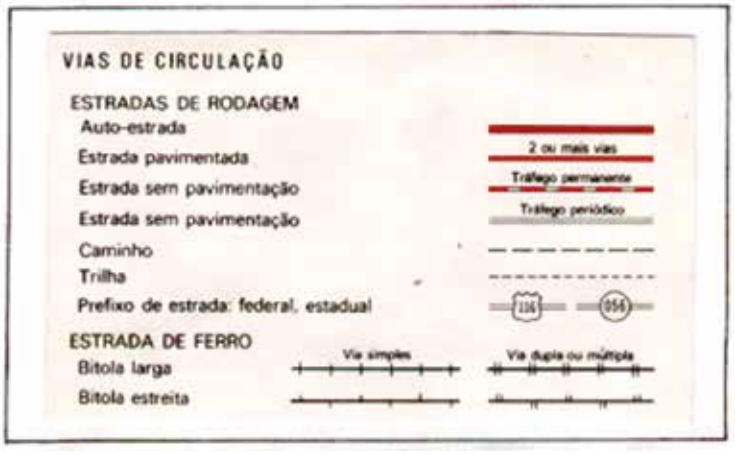


Figura 10 – Convenções cartográficas de aspectos da ocupação humana - vias.
Fonte: IBGE (1998)

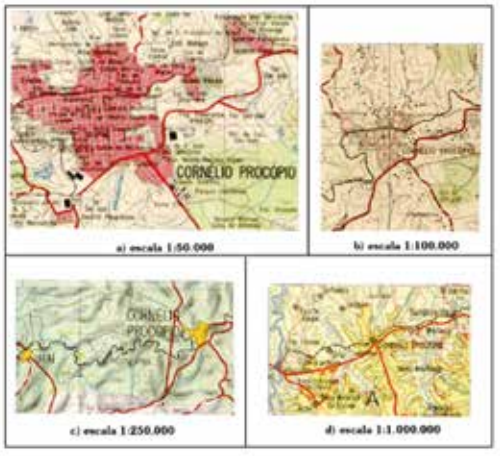


Figura 11 – Convenções cartográficas de aspectos da ocupação humana – cidades, representação de acordo com a escala.

Fonte: IBGE (1998)

Figura 12 – Convenções cartográficas de aspectos da ocupação humana – cidades, representação de acordo com as propriedades de tamanho e valor para símbolos.

Fonte: IBGE (1998)

Figura 13 – Convenções cartográficas de aspectos da ocupação humana – Limites.

Fonte: IBGE (1998).

4.3 Altimetria

A representação planimétrica corresponde aos aspectos do relevo terrestre por meio de elementos como curvas de nível, cores hipsométricas, perfis topográficos e relevo sombreado para identificação de altitudes (figuras 14, 15 e 16). Além desses elementos são identificados ainda:

- *Ponto Trigonométrico* - vértice de figura cuja posição é determinada com o levantamento geodésico.
- *Referência de nível* - ponto de controle vertical, estabelecido num marco de caráter permanente, cuja altitude foi determinada em relação a um DATUM vertical. É em geral constituído com o nome, o nº da RN, a altitude e o nome do órgão responsável.
- *Ponto Astronômico* - o que tem determinadas as latitudes, longitudes e o azimute de uma direção e que poderá ser de 1ª, 2ª ou 3ª ordens.
- *Ponto Barométrico* - tem a altitude determinada através do uso de altímetro.
- *Cota não Comprovada* - determinada por métodos de levantamento terrestre não comprovado. É igualmente uma altitude determinada por leitura fotogramétrica repetida.
- *Cota Comprovada* - altitude estabelecida no campo, através de nivelamento geométrico de precisão, ou qualquer método que assegure a precisão.

Ao atender aos métodos de representação cartográfica, as convenções e legendas possibilitam a análise e síntese dos estudos geográficos a partir da localização e da distribuição dos fenômenos representados nos mapas, permitindo sua identificação e classificação.

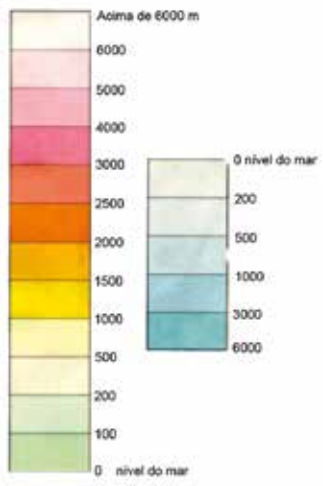


Figura 14 – Cores hipsométricas e batimétricas.

Fonte: IBGE (1998)

Figura 15 – Curvas de Nível.

Fonte: IBGE (1998).

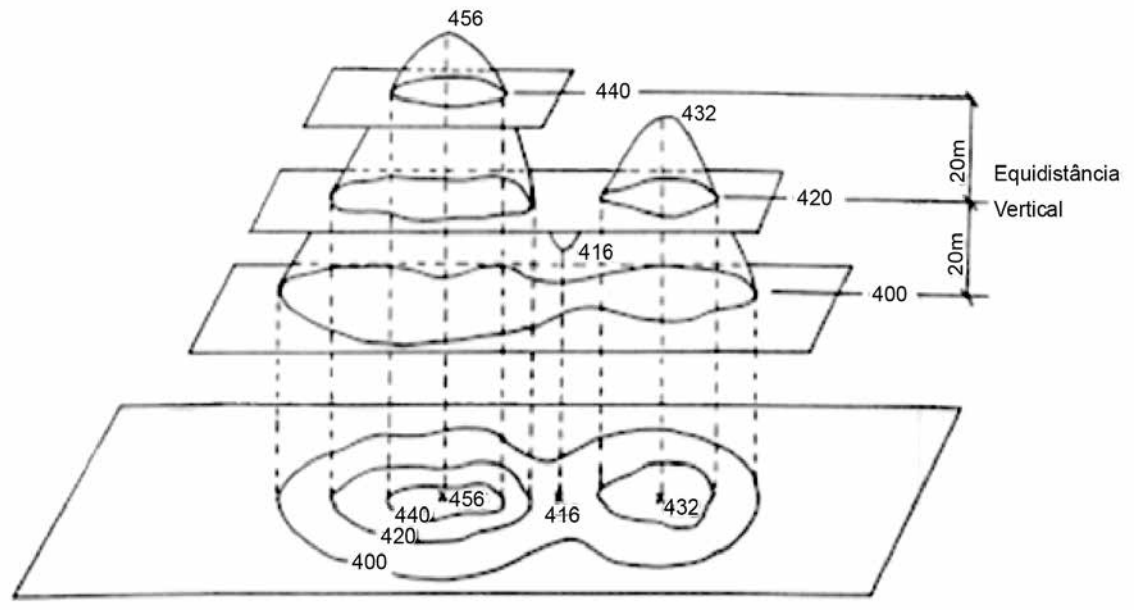


Figura 16 – Curvas de Nível.

Fonte: IBGE (1998).

Atividades de avaliação

1. De posse do mapa fornecido pelo professor e da tabela abaixo, teste seus conhecimentos:

Tabela 1

Grupos Indígenas no Ceará - 2010	
Grupos Indígenas	**Municípios**
Anacé (2)	Caucaia e São Gonçalo do Amarante
Jenipapo-Kanindé (4)	Aquiraz
Kanindé (1)	Aratuba e Canindé
Kariri (1)	Crato
Pitaguary (6)	Maracanaú e Pacatuba
Potiguara (1)	Novo Oriente
Potyguara (1)	Fortaleza
Potyguara, Tabajara, Gavião e Tubiba-Tapuia (5)	Monsenhor Tabosa, Tamboril e Boa Viagem
Potyguara, Tabajara, Kalabassa, Tupinambá e Kariri (1)	Crateús
Tabajara e Kalabassa (1)	Poranga
Tabajara e Kalabassa (1)	Poranga
Tabajara e Potyguara (8)	Crateús
Tapeba (3)	Caucaia
Tapuia-Kariri (1)	São Benedito

Tremembé	-
Tremembé (4)	Itarema
Tremembé (1)	Itarema
Tremembé (7)	Itarema
Tremembé (5)	Acaraú
Tremembé (5)	Itapipoca
... (1)	Quiterianópolis

Fonte: Fundação Nacional do Índio (FUNAI).

Situação fundiária: (1) Aguardando identificação e delimitação.
Situação fundiária: (2) Em processo de identificação e delimitação.
Situação fundiária: (3) Em fase de Identificação e delimitação.
Situação fundiária: (4) Identificada e delimitada.
Situação fundiária: (5) Aguardando publicação do relatório de identificação e delimitação.
Situação fundiária: (6) Demarcada.
Situação fundiária: (7) Homologada e registrada.
Situação fundiária: (8) Em processo de transferência patrimonial do INCRA para a FUNAI.

Fonte: Adaptado de IPECE (2013).

- Represente os conjuntos de dados da tabela acima:
- Defina o título do mapa
- Crie a legenda
- Analise a distribuição dos dados
- Interprete o mapa

Referências

IBGE. Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. [online]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/indice.htm

JOLY, F. A Cartografia. Trad. Tânia Pellegrini. 3ed. Campinas -SP: Papirus, 1990.

MARTINELLI, M. Mapas de Geografia e Cartografia Temática. 6ª. Ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Contexto, 2011.

NOGUEIRA, R.E. Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

ROSA, R. Cartografia básica. Uberlândia: Instituto de Geografia/ Laboratório de Geoprocessamento/ Universidade Federal de Uberlândia, fev. 2004.

Capítulo 7

Mapas, Cartas e Plantas

Para introduzir este capítulo propõe-se uma discussão conceitual sobre os principais tipos de representação cartográfica, ou simplesmente produtos cartográficos: mapas, cartas e plantas.

1. Conceitos

A partir de uma revisão entre cartógrafos como Anderson (1982), Oliveira (1983), Oliveira (1988) e mais recente em Rosa (2004) e Fitz (2008) chega-se a apresentar que a origem da palavra mapa é cartaginesa, o que significa "toalha de mesa" em alusão às conversas e discussões entre navegantes e comerciantes sobre rotas, caminhos e localidades, esboçadas sobre as toalhas (*mappas*). Para a palavra carta, Oliveira (1988) aponta origem egípcia, vindo diretamente do *papiro*.

Acompanhando as discussões de Duarte (2008), Rosa (2004) e Anderson (1982) quanto ao uso confuso e indiscriminado dos termos mapa e carta, pode-se concluir que há uma quase uma concordância com as definições formais apresentadas em Oliveira (1983), adotadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Nesse sentido, Oliveira (1983) e ABNT definem:

- Mapa é a representação gráfica, em geral da superfície plana e numa determinada escala, com a representação de acidentes físicos e culturais da superfície da Terra, ou de um planeta ou satélite.
- Carta é a representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, permitindo a avaliação precisa de distâncias, direções e a localização plana, geralmente em média ou grade escala, de uma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo a um plano nacional ou internacional.
- Planta é a representação cartográfica, geralmente em escala grande, destinada a fornecer informações muito detalhadas, visando, por exemplo, ao cadastro urbano, a certos fins econômico-sociais, militares etc.

Ainda sobre ao uso confuso e indiscriminado dos termos mapa e carta avalia-se também em Anderson (1982), não existir uma diferença rígida entre

os conceitos de mapa e carta, o que dificultaria estabelecer uma separação definitiva entre o significado dessas designações. Por vezes, há essas distinções entre países para o uso dos termos.

Com base na ideia de que os mapas e as cartas são definidos e classificados segundo critérios de escala e precisão, o IBGE (1998) define:

> "Mapa é a representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de uma área tomada na superfície de uma figura planetária, delimitada por elementos físicos, político-administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos."
>
> "Carta é a representação no plano, em escala média ou grande, dos aspectos artificiais e naturais de uma área tomada de uma superfície planetária, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala."
>
> "Planta é uma carta que representa uma área de extensão suficientemente restrita para que a sua curvatura não precise ser levada em consideração, e que, em consequência, a escala possa ser considerada constante."

Aqui o IBGE (1998) especifica a planta como sendo um caso particular de carta, onde a representação se restringe a uma área muito limitada e a escala é grande, consequentemente o nº de detalhes é bem maior.

2. Características Básicas dos Mapas

Após a discussão de conceitos, Rosa (2004) apresenta as principais características dos mapas:

- Desenhados numa escala predeterminada;
- Seletivos, somente são incluídos os acidentes ou formas importantes para a finalidade do mapa;
- Convencionados, todos os acidentes são apresentados por convenções ou símbolos padronizados;
- Generalizados, detalhes intrincados são simplificados, particularmente nos mapas de pequena escala;
- Relacionados a um sistema de paralelos e meridianos.

3. Classificação

Na proposição de Fitz (2008), os mapas e/ou cartas são classificados de diversas maneiras, mas destaca-se como critérios: objetivos e escala. A classificação dos mapas se deve em função de seus objetivos, enquanto as cartas se classificam quanto à escala. É necessário observar que há uma tendência para a superposição dos critérios apresentados.

- Mapas Genéricos ou Gerais: não possuem finalidade específica, são muito mais ilustrativos, não requerem grande precisão, apresentando informações quanto aos aspectos naturais e/ou artificiais-culturais, voltado para o usuário comum (figura 1). Ex. Mapas político-administrativos.

Figura 1 – Mapa político-administrativo do Brasil.

Fonte: IBGE. Disponível em: www.guiageo.com/brasil-mapa.htm

- Mapas Especiais ou Técnicos: tem uma finalidade técnica, ou específica, com precisão bastante variável, de acordo com sua aplicabilidade (figura 2). Ex. mapa turístico, mapa meteorológico.

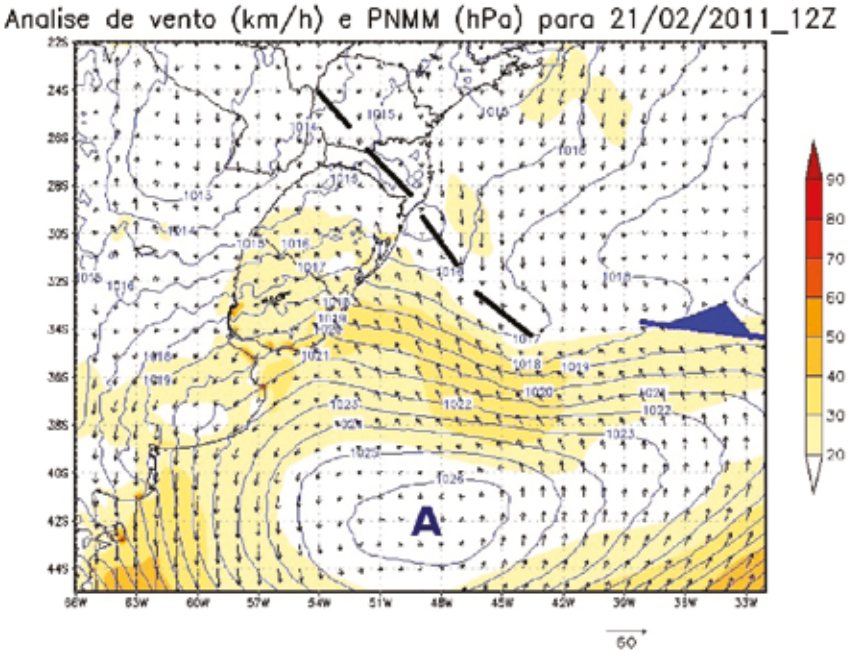
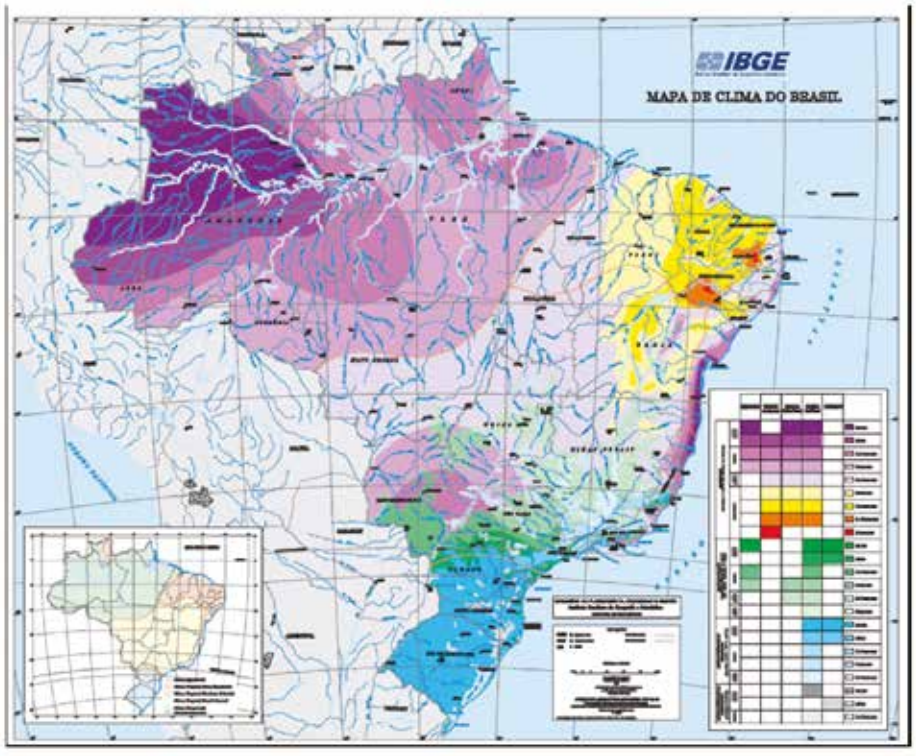


Figura 2 – Mapa meteorológico da Região Sul do Brasil.

Fonte: www.paulotempo.blogspot.com.br/2011/02/cavado-gera-nuvens-verticais-associadas.html



- Mapas Temáticos: são representações de determinados aspectos ou temas sobre outros mapas existentes, denominados de mapas-base. Utilizam simbologia diversa para representação dos temas especializados sobre a superfície. Qualquer mapa que apresente informações além daquelas específicas sobre a superfície é um mapa temático (figura 3).

Figura 3 – Mapa de clima do Brasil.

Fonte: IBGE

- Mapa ou Carta Imagem: neste tipo de representação o mapa-base é uma imagem. Pode ser uma fotografia aérea ou uma imagem de satélite. São utilizados para facilitar o entendimento do usuário. Adquire caráter ilustrativo (figura 4).

Figura 4 – Carta Imagem Gerenciamento Costeiro do Ceará – GERCO/SEMACE.

Fonte: SEMACE. Disponível em:www.antigo.semace.ce.gov.br/gerco/mapaii.asp?id=2

- Plantas: são representações em escala muito grande, superiores a 1:1.000. São utilizadas quando necessita de um trabalho muito minucioso do terreno. Não leva em consideração a curvatura da Terra.
- Cartas cadastrais: extremamente detalhada e precisa, elaboradas em escala grande, maiores que 1:5.000, utilizadas para levantamento cadastral municipal (figura 5). Essas cartas são elaboradas com base em levantamentos topográficos e/ou aerofotogramétricos.

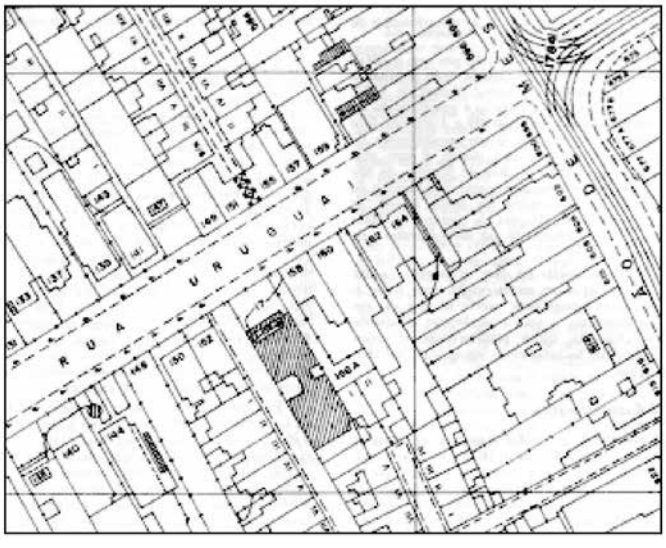


Figura 5 – Carta cadastral.

Fonte: www.cartografia.eng.br/site/notas-de-aula-cartografia-tematica-os-mapas-segundo-a-escala/

- Carta geográfica: representação em escala pequenas, menores que 1:500.000, apresentando simbologia diferenciada para as representações planimétricas (exagero nos objetos) e altimétricas, por meio das curvas de nível. Segundo Anderson (1982), a carta geográfica quando representa todas as superfícies da Terra é denominado mapa mundi ou planisfério (figura 6).

Figura 6 – Mapa Mundi.
Fonte: www.mapasmundi.com.br

- Carta topográfica: é uma representação plana ortogonal elaborada em escalas médias, situadas entre 1:25.000 e 1:250.000, contendo detalhes planimétricos e altimétricos. Normalmente, são elaboradas com base em levantamentos aerofotogramétricos, com apoio de bases topográficas já existentes.

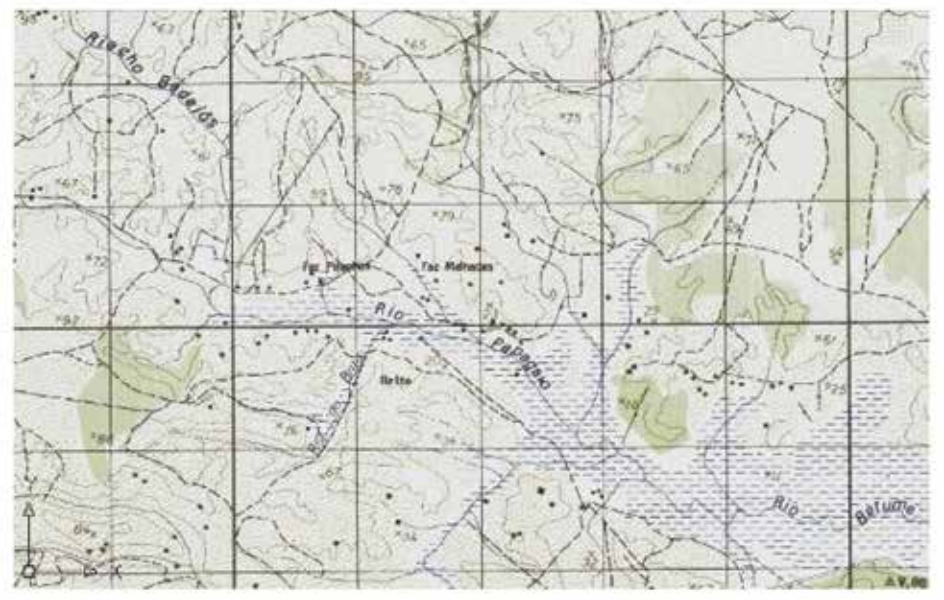


Figura 7 – Carta topográfica. Trecho da Folha SC.24-Z-B-V, MI 1733, na escala 1:100.000.

Fonte: SUDENE(2000). Disponível em: http://www.pacatubaemfoco.com.br/products/artigo%3A--redu%C3%A7%C3%A3o-dos-limites-territoriais-do-municipio-de-pacatuba-devido-a-ambiguidades-de--interpreta%C3%A7%C3%A3o-de-toponimias/

Segundo o IBGE (1998), as aplicações das cartas topográficas variam de acordo com sua escala:

- *1:25.000* - Representa cartograficamente áreas específicas, com forte densidade demográfica, fornecendo elementos para o planejamento socioeconômico e bases para anteprojetos de engenharia. Esse mapeamento, pelas características da escala, está dirigido para as áreas das regiões metropolitanas e outras que se definem pelo atendimento a projetos específicos. Cobertura Nacional: 1,01%.
- *1:50.000* - Retrata cartograficamente zonas densamente povoadas, sendo adequada ao planejamento socioeconômico e à formulação de anteprojetos de engenharia. A sua abrangência é nacional, tendo sido cobertos até agora 13,9% do Território Nacional, concentrando-se principalmente nas regiões Sudeste e Sul do país.
- *1:100.000* - Objetiva representar as áreas com notável ocupação, priorizadas para os investimentos governamentais, em todos os níveis de governo - Federal, Estadual e Municipal. A sua abrangência é nacional, tendo sido coberto até agora 75,39% do Território Nacional.
- *1:250.000* - Subsidia o planejamento regional, além da elaboração de estudos e projetos que envolvam ou modifiquem o meio ambiente. A sua abrangência é nacional, tendo sido coberto até o momento 80,72% do Território Nacional.

Cabe aqui destacar que as duas maiores instituições públicas responsáveis pela cartografia oficial brasileira, envolvidas em programas de mapeamento do território brasileiro e elaboração das cartas topográficas, também consideradas como cartas básicas são a Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército - DSG e a Fundação IBGE.

Granell-Pérez (2004) afirma o caráter didático das cartas topográficas no ensino e pesquisa de cartografia e geografia, considerando-as como instrumentos valiosos de reconhecimento de aspectos geográficos naturais e humanos, o que possibilita a realização de sínteses no estudo da paisagem.

4. Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo (CIM)

Para um melhor entendimento das características de cartas topográficas e uso dos fusos UTM para cálculo de coordenadas planas, **é necessário o conhecimento** da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo – CIM (figura 8). Sua criação está fundamentada pelo objetivo de uniformizar a Cartografia Internacional no sentido de promover mapeamentos terrestres para fins militares, estratégicos ou de levantamento de recursos naturais, abrangendo níveis continentais.

A CIM é uma carta topográfica de representação de toda a superfície terrestre, na projeção cônica conforme de LAMBERT (80°S e 84°N) na escala de 1:1.000.000 (IBGE, 1998). Suas principais características são:

Sua distribuição geográfica corresponde a uma divisão do globo terrestre em 60 (sessenta) partes iguais, denominadas de *Fuso*, possuindo uma amplitude de 6°(graus). Compreende do fuso 1 ao 60 (Antimeridiano de Greenwich), no sentido Oeste-Leste. Por outro lado, a partir da Linha do Equador no sentido dos polos, divide-se em *Zonas*, de 4°(graus) em 4°(graus) (figura 9).

Em suma, a CIM distribuída em folhas articuladas, de mesmo formato, 4° de latitude e 6° de longitude, na escala de 1:1.000.000, apresentando características topográficas de planimetria e altimetria. Por utilizar a Projeção de Lambert para as latitudes 80°S e 84°N, a Projeção Estereográfica Polar é usada para as regiões polares.

A cobertura do território brasileiro perfaz um total de 46 folhas (quadrículas) de mesmo formato, 4° de latitude e 6° de longitude, na escala de 1:1.000.000, inserindo-se em 8 (oito) fusos (figura 10). Cada folha possui nomenclatura própria e desdobramento de folhas articuladas em escalas de 1:1.000.000 a 1:25.000), conforme pode ser acompanhado na figura 11.

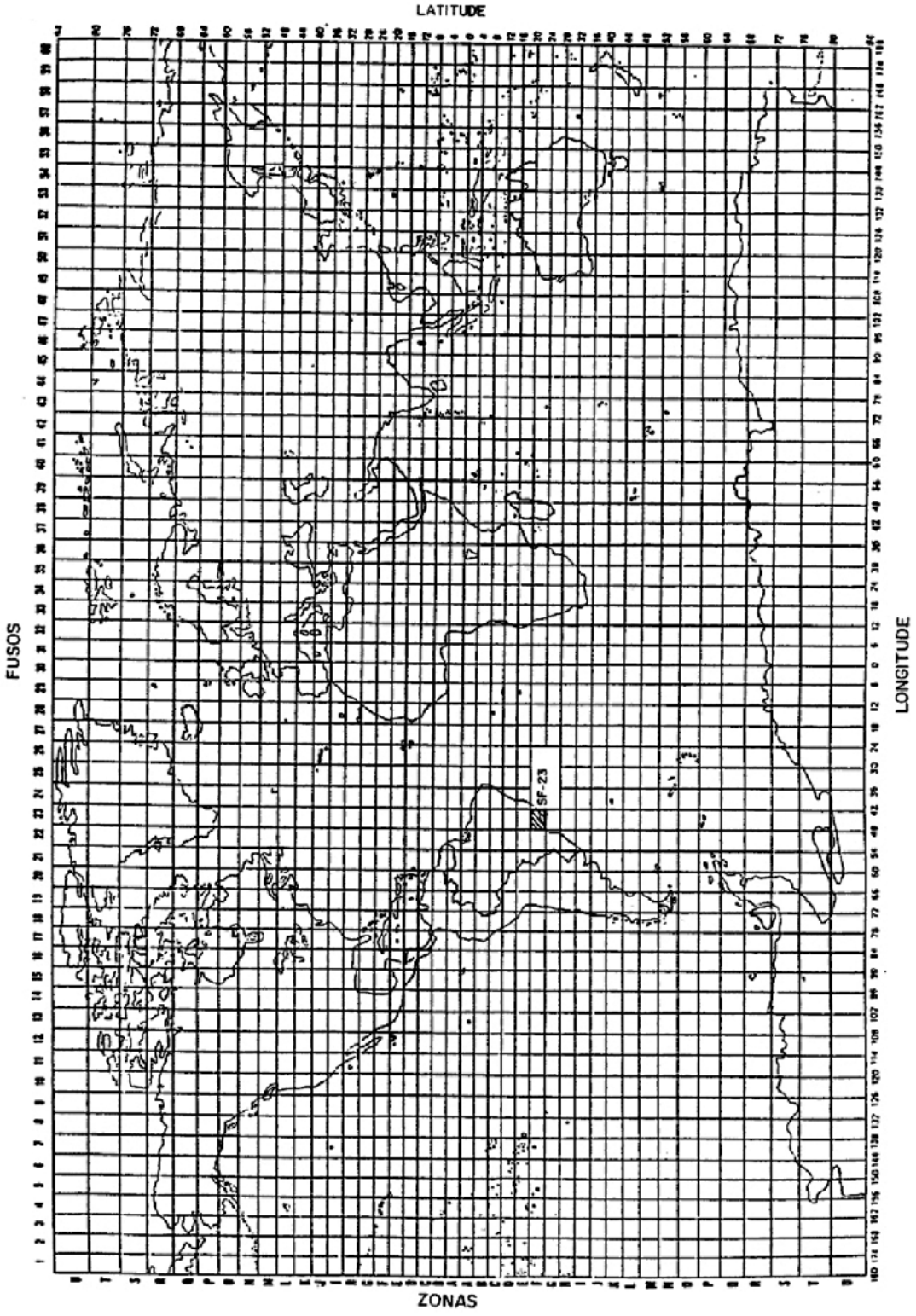


Figura 8 – Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo

Fonte:http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html

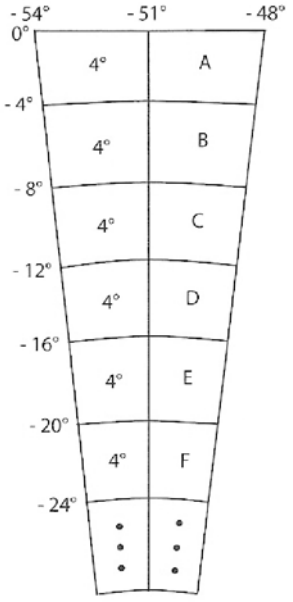


Figura 9 – Fuso 22.
Fonte: Fitz (2008).

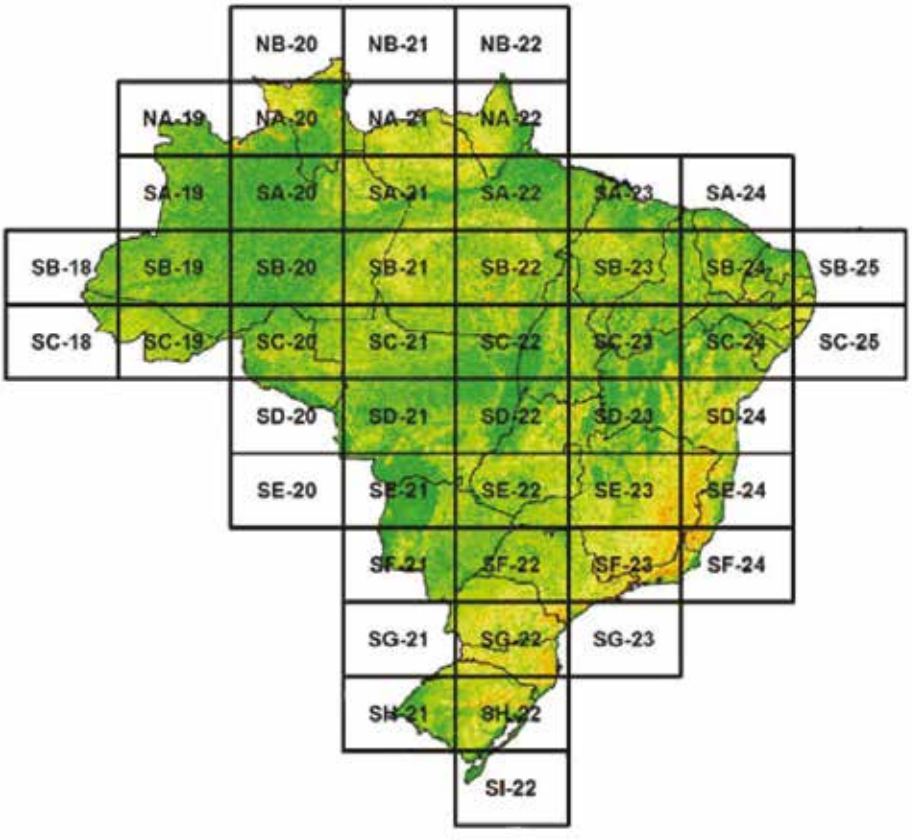
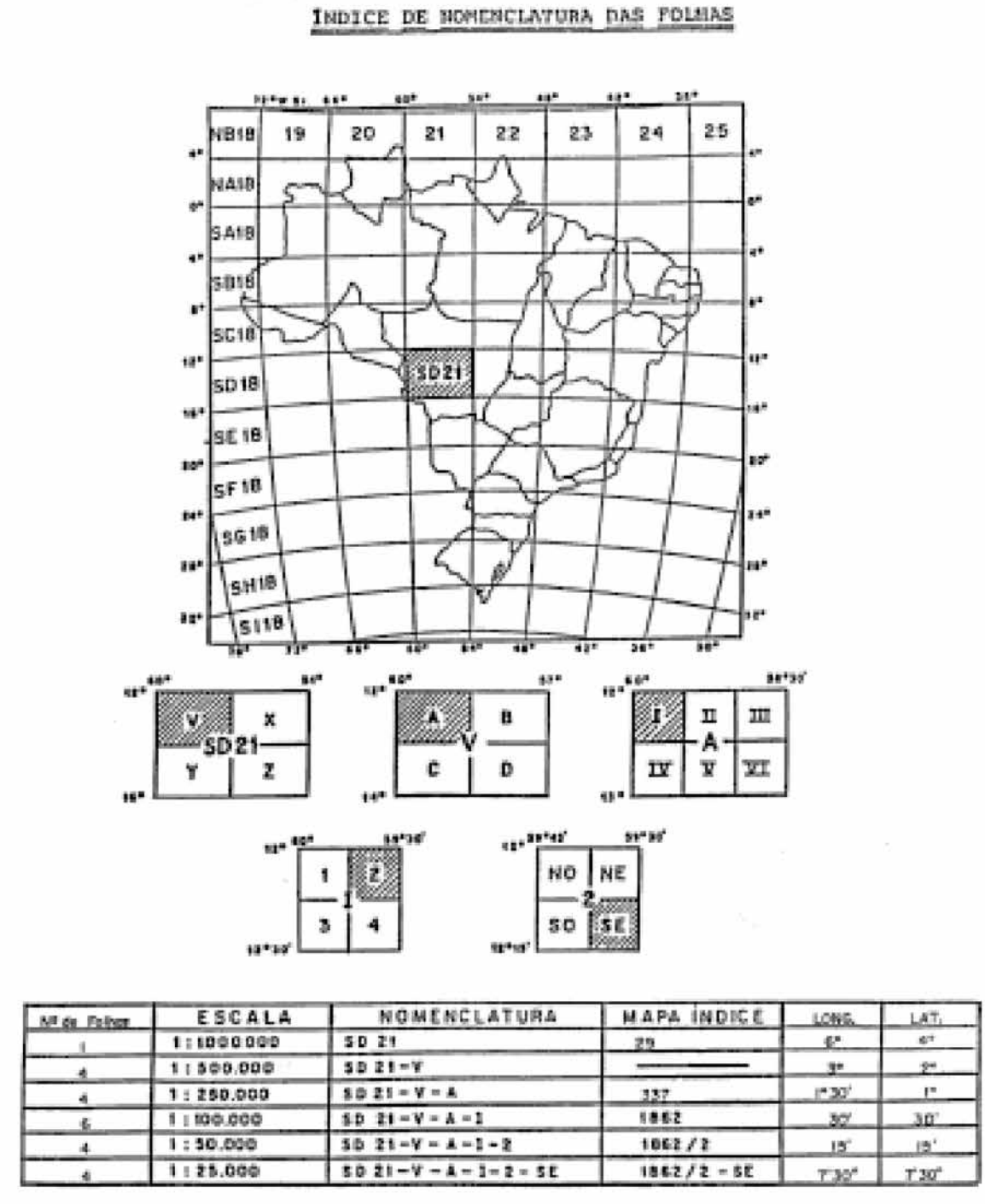


Figura 10 – Mapa índice – CIM Brasil, escala 1:1.000.000.
Fonte: CPRM. Disponível em: http://sosgisbr.com/2012/09/



Nº de Folhas	ESCALA	NOMENCLATURA	MAPA INDICE	LONG.	LAT.
1	1:1000000	SD 21	29	6°	4°
4	1:500.000	SD 21-Y		3°	2°
4	1:250.000	SD 21-V-A	337	1°30'	1°
6	1:100.000	SD 21-V-A-I	1862	30'	30'
4	1:50.000	SD 21-V-A-I-2	1862/2	15'	15'
4	1:25.000	SD 21-V-A-I-2-SE	1862/2-SE	7'30"	7'30"

Figura 11 – Desdobramento da CIM.

Fonte:http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/representacao.html

4.1 Nomenclatura e Desmembramento da CIM

Cada uma das folhas ao Milionésimo pode ser identificada por um conjunto de letras e números, geralmente localizados no extremo superior direito da folha (figura 12):

- A letra **N** ou **S** - indica o Hemisfério para a localização da folha ao Norte ou a Sul do Equador.
- As letras **A** até **U** – cada uma destas letras está associada a um intervalo de 4^0 de latitude se desenvolvendo a Norte e a Sul do Equador, correspondendo à Faixa, prestam a indicação da latitude limite da folha (3).
- Os números de **1** a **60** - indicam o número de cada fuso que contém a folha.

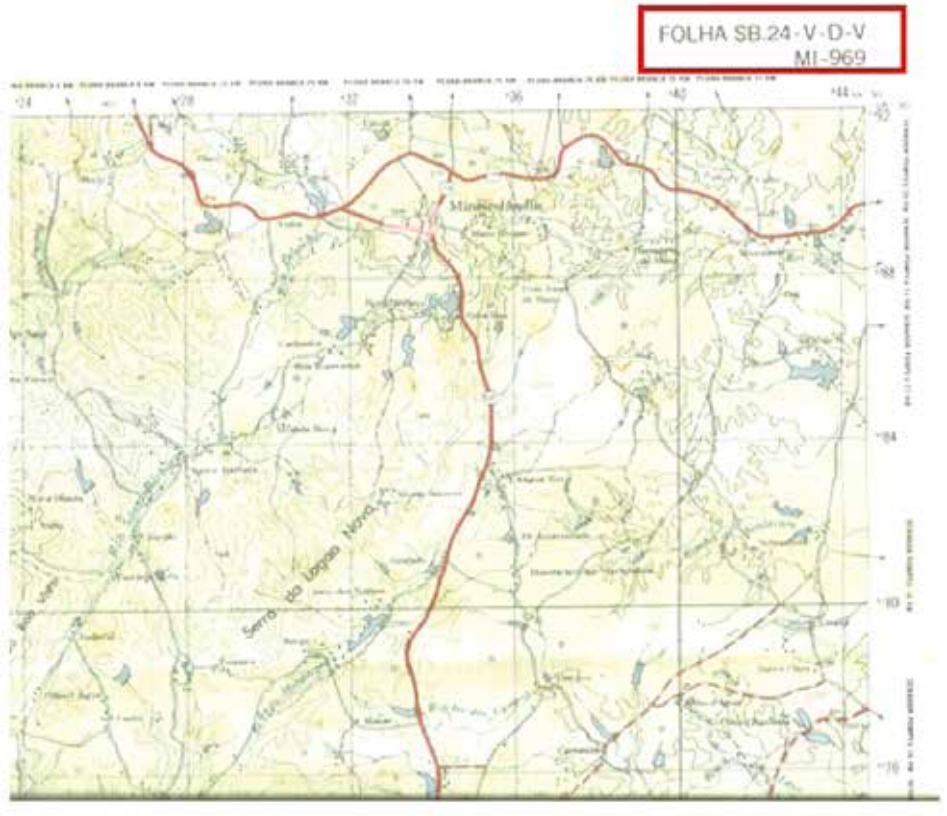


Figura 12 – Fragmento da Folha Mombaça SB.24-V-D-V, Ceará.
Fonte: SUDENE.

Além do índice de nomenclatura, o IBGE utiliza outro sistema de localização de folhas referenciadas por um simples número, de acordo com as escalas, o Mapa Índice, ou apenas MI.

5. Outros Tipos de Representação

São identificados outros tipos de representação cartográfica, no caso, por imagem (IBGE, 1998):

- *Fotografia Aérea* - são produtos obtidos ao nível suborbital, muito utilizados para a elaboração e ou atualização de documentos cartográficos de média a grande escala.
- *Mosaico* - é o conjunto de fotos de uma determinada área, recortadas e montadas, técnica e artisticamente, de forma a dar a impressão que todo o conjunto é uma única fotografia.
- *Ortofotocarta* - é uma fotografia resultante da transformação de uma foto original, que é uma perspectiva central do terreno, em uma projeção ortogonal sobre um plano, complementada por símbolos, linhas e quadriculagem, com ou sem legenda, podendo conter informações planimétricas.
- *Fotoíndice* - montagem por superposição das fotografias, geralmente em escala reduzida. Normalmente a escala do fotoíndice é reduzida de 3 a 4 vezes em relação a escala de voo.
- *Imagem de Satélite* - são produtos obtidos ao nível orbital muito utilizados para elaboração e ou atualização de documentos cartográficos em escalas variadas.
- *Carta-Imagem* - são imagens de satélite montadas no formato de folhas de carta, onde as informações de coordenadas e toponímia são acrescentadas sobre a imagem.
- *Atlas* - Uma coleção de mapas comumente publicados em uma linguagem com as mesmas convenções e projeções, mas não necessariamente na mesma escala é chamada de "atlas". Ex. o atlas escolar. Estes atlas apresentam uma grande diversidade de mapas e três funções básicas: fonte de informação, fornecer as configurações geográficas e estimular o interesse dos alunos.

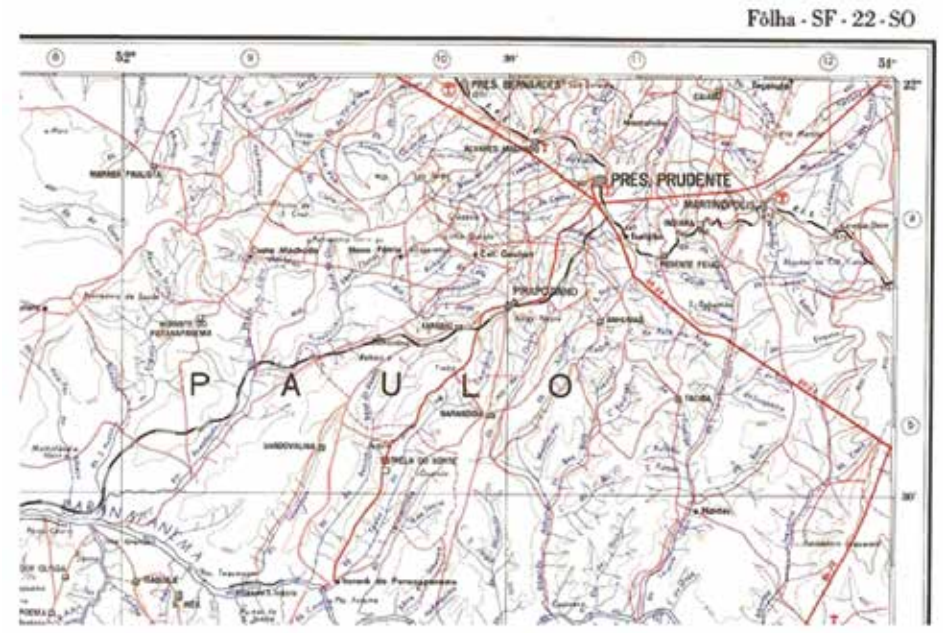
Atividades de avaliação

1. Com base na figura abaixo, identifique as seguintes características e elementos:

a) Pelo índice de nomenclatura, defina a localização da folha CIM.

b) Identifique a escala de mapeamento da folha

c) Quais elementos podem ser identificados na carta topográfica?



Fonte: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS%20-%20RJ/SF-22-Y.jpg

Referências

ANDERSON, P. S. (Ed. coord.). Princípios de Cartografia Básica. Volume No.1 (Capítulos do 1 ao 7), Série Princípios de Cartografia, 1982.

DUARTE, P.A. Fundamentos de Cartografia. 3ª. Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

FITZ, P.R. Cartografia básica. Nova edição. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

GRANELL-PÉREZ, M. del. Trabalhando com as cartas topográficas. 2ª. Ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004. 128 p. il.

IBGE. Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. [online]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/indice.htm

OLIVEIRA, C. de. Dicionário cartográfico. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.781p.

OLIVEIRA, C. de. Curso de Cartografia Moderna. Rio de Janeiro: IBGE, 1988.

ROSA, R. Cartografia básica. Uberlândia: Instituto de Geografia/ Laboratório de Geoprocessamento/ Universidade Federal de Uberlândia, fev. 2004.

Capítulo 8

Alfabetização Cartográfica e a Leitura de Mapas

1. A cartografia escolar e o ensino de geografia

Neste capítulo destacaremos os principais aspectos da alfabetização cartográfica e a leitura de mapas, que se constitui uma das linhas de pesquisa na cartografia escolar. A *cartografia escolar* foi fundamentada como área de ensino e pesquisa no final da década de 80 e inicio dos anos 90, do século anterior, a partir de pesquisas iniciadas a partir da interface cartografia, educação e geografia (figura 1).

Para tanto, tomou-se por base os trabalhos de autores que vem atuando no ensino de geografia e cartografia escolar, como Almeida (2010), Almeida e Passini (1999), Simielli (1999 e 2010) e, Katuta (2004) e Albuquerque (200?).

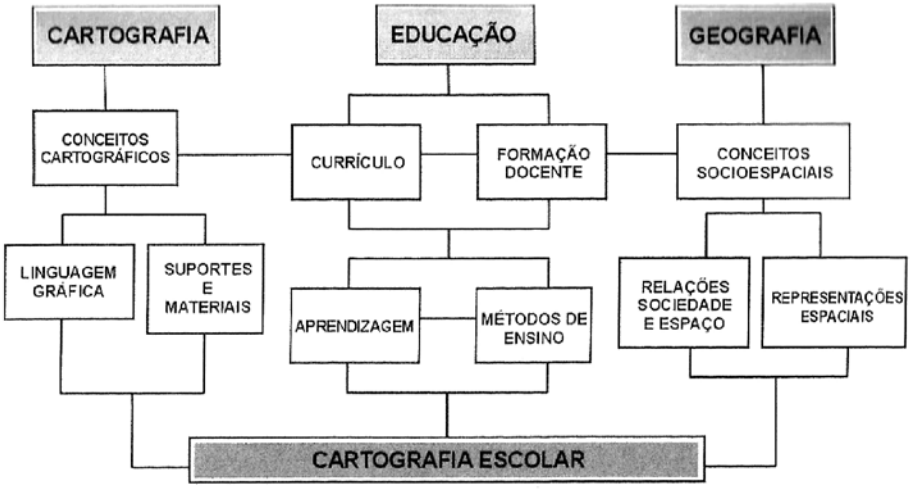


Figura 1 – A cartografia escolar, educação e geografia.

Fonte: Almeida (2010).

A importância dos mapas para a Geografia é indiscutível não só por constituir-se como um recurso de ensino e pesquisa, mas pela sua essência ao trazer representações espaciais de fenômenos naturais e humanos, bidimensionalmente, por meio de símbolos e cores. A essa linguagem por meio de símbolos e cores chamamos de linguagem cartográfica.

Considerando o mapa como meio de comunicação visual humano, ler mapas é ler, analisar e interpretar os fenômenos geográficos, representados

ora por ponto, linha e área. "Ler mapas é dominar a linguagem cartográfica" (ALMEIDA E PASSINI, 1999).

2. Alfabetização Cartográfica e Leitura de Mapas

Ao partilhar da ideia de que a alfabetização cartográfica se dá por meio da leitura de mapas, Almeida e Passini (1999) asseguram que esse processo começa com a decodificação, que envolve algumas etapas metodológicas:

1ª. Etapa: Observação e conhecimento de componentes cartográficos são necessários como:

- *Título (onde? quando?)*
- Convenções utilizadas e legenda (decodificação propriamente dita – significante x significado)
- Escala (gráfica e numérica – cálculo de distâncias e proporção de símbolos)
- Objetivos (seleção de informações em busca de generalizações sem perder as informações mais importantes).

2ª. Etapa: ao ler o mapa, o usuário deve ter em mente essas generalizações (escala) e ao reverter o processo representação do espaço x espaço físico real, não deixar de considera-las.

Na iniciação do aluno à leitura de mapas, as autoras tomam por base os estudos de Paganelli (1985) sobre a teoria de Piaget, onde ela sugere que o aluno deve elaborar mapas para torna-los um leitor eficaz. E concluem que é a ação de mapear e não copiar ou pintar mapas que se dá o verdadeiro passo metodológico para o aprendizado de mapas.

Simielli (1999) propõe os seguintes elementos para que o aluno consiga fazer a leitura de mapas:

1. Localização e análise – cartas de análise, distribuição ou repartição, que analisam o fenômeno de modo isolado.
2. Correlação – permite a combinação de duas ou mais cartas de análise.
3. Síntese – mostra a relação entre várias cartas de análise, apresentando-se em uma carta-síntese.

Nesse sentido, os alunos de 1ª. a 4ª. série trabalham com a alfabetização cartográfica iniciada com os elementos de representação gráfica. Os alunos de 5ª. a 8ª. série trabalham com análise/localização e correlação e, posteriormente, no ensino médio adquiram condições para trabalhar com análise/localização, correlação e síntese.

Compartilhando com Simielli (1999 e 2010), em observância à figura 2, espera-se que o aluno domine completamente a alfabetização cartográfica desenvolvendo as seguintes noções:

- A visão oblíqua e vertical da área mapeada;
- A percepção tridimensional a partir da visão de uma imagem bidimensional;
- O domínio de palavras e expressões do alfabeto cartográfico;
- A identificação da escala e sua projeção em relação ao espaço real;
- A lateralidade e a orientação.

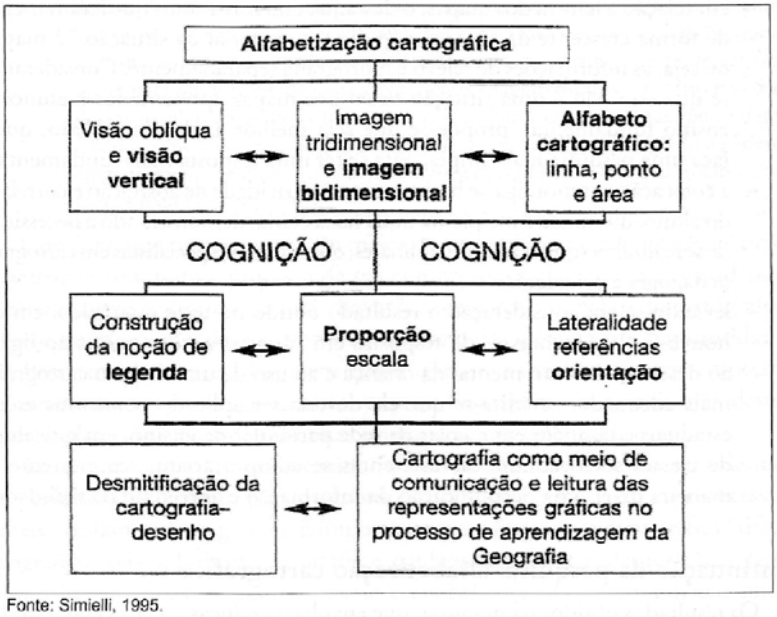

Alfabetização cartográfica
Visão oblíqua e visão vertical
Imagem tridimensional e imagem bidimensional
Alfabeto cartográfico: linha, ponto e área
COGNIÇÃO
COGNIÇÃO
Construção da noção de legenda
Proporção escala
Lateralidade referências orientação
Desmitificação da cartografia-desenho
Cartografia como meio de comunicação e leitura das representações gráficas no processo de aprendizagem da Geografia
Fonte: Simielli, 1995.

Figura 2 – Alfabetização cartográfica.

Fonte: Simielli (2010).

Contudo, Katuta (1997 e 2004) ao discutir a alfabetização cartográfica e a linguagem cartográfica no ensino superior e básico, acrescenta às discussões que, ao domínio da linguagem cartográfica por meio dos mapas, o aluno precisará:

- ter domínio conceitual sobre a temática cartografada;
- ter acesso às informações e/ou dados relevantes para auxílio no desvendamento das territorialidades representadas;
- ter elaborado categorias de análise dos fenômenos representados para não apenas localizar, descrever, mas também fazer correlações que possam explicar as paisagens;
- utilizar representações sociais que fazem parte do imaginário para auxiliar no entendimento dos territórios cartografados.

Nesta perspectiva conclui-se que, para melhor aprendizagem da linguagem cartográfica no ensino superior e uso adequado no ensino básico, é preciso "ler mapas", ao mesmo passo que devemos ser "letrados" não só na linguagem cartográfica, mas também em outras disciplinas além da Cartografia.

3. Ensinando Cartografia

Do que foi discutido anteriormente, podemos nos perguntar: o que devemos ensinar ao aluno de cartografia? como ensinar cartografia? Segundo Albuquerque (2002) deve-se considerar alguns aspectos na aprendizagem da cartografia:

1. Explicar o Porquê ensinar cartografia.
2. Despertar o interesse do aluno para o uso dos mapas no seu cotidiano e no ensino e aprendizado em Geografia.
3. Explicar como são feitos os mapas? Por que são feitos?
4. Fornecer conhecimento técnico-cartográfico: título, escala, coordenadas, projeção, orientação e localização espacial, simbologia cartográfica.
5. Fornecer elementos para correlações entre fenômenos e sua distribuição/ organização do espaço geográfico.
6. Ler, analisar e interpretar mapas levam ao domínio espacial e à síntese dos fenômenos do espaço geográfico, das paisagens.

Dentre os aspectos acima mencionados, deve-se considerar ainda o estágio cognitivo do aluno, aonde sua apreensão do espaço se inicia desde a pré-infância nas séries iniciais até atingir a complexidade e síntese no ensino médio.

Para fins mais práticos, Albuquerque (2002) associa o ensinar cartografia a 5 (cinco) fases de trabalho (figura 3) que, respeitadas as suas prioridades definem o conjunto de ações que devem ser desenvolvidas respectivamente pelo professor e aluno, tanto no âmbito local como de sua escola, como de realidades mais distantes.

Duração e fases	Processo inicial	Processo instalado	Indicadores
	1 ano	----	anual
01	Aplicar em toda a escola		Familiarização com mapas
02	Professores selecionados pela escola dando preferência àqueles que lecionam em todas as séries	Manutenção	Entendimento do que são mapas, leitura e uso desses documentos em diversas escalas
03	Aplicar em todas as séries		Compreensão dos problemas sociais, econômicos e ambientais apresentados na história, geografia...
04		Para alunos a partir da 6a série	Compreensão dos problemas geométricos que existem nos mapas
05	Só para formação profissional		Profissionais formados

Figura 3 – Fases de aprendizagem da cartografia.

Fonte: Albuquerque (2002).

A pesquisa em cartografia escolar está em franca expansão à medida que usamos a linguagem cartográfica para compreensão do espaço geográfi-

co contemplado seja no ensino fundamental, médio e superior. Os desafios do ensino de cartografia ainda são muitos e perpassam por nossas experiências de apropriação da linguagem cartográfica e concepções sobre ensino e Geografia, sejam elas no âmbito das relações curriculares oficiais, de conteúdo e das relações entre professor-aluno.

No sentido de superar desafios ainda maiores no processo de ensino-aprendizagem da cartografia e apreensão do espaço, surge uma nova linha de pesquisa na cartografia escolar, a cartografia inclusiva, ou cartografia tátil.

Nessa linha de pesquisa recomenda-se a leitura de alguns trabalhos a exemplo de Freitas et al. (2011), Meneguette (2012) e Francischett (2006). A cartografia inclusiva tem por objetivos de pesquisar estratégias de ensino-aprendizagem integradoras e produzir materiais adequados aos deficientes visuais.

Atividades de avaliação

De posse de um mapa fornecido pelo professor, teste sua leitura, análise e interpretação, considerando os seguintes aspectos:

1. O que se trata o mapa?
2. Qual é a área que está representada?
3. Encontre a escala e faça sua leitura (numérica e gráfica) quanto à proporção da representação espacial dos dados
4. Na legenda: identifique os símbolos que pertencem a convenções internacionais.
5. Descreva sua orientação/localização espacial.
6. Analise a distribuição dos dados especializados
7. Faça a síntese dos dados apresentados

Referências

ALBUQUERQUE, P.C.G. de. Cartografia para professores do ensino fundamental. São José dos Campos: DSR/INPE, 2002.

ALMEIDA, R.D. de. (org.). Cartografia Escolar. São Paulo: Contexto, 2010.

ALMEIDA, R.D. de.; PASSINI, E.Y. O Espaço Geográfico: ensino e representação. São Paulo: Contexto, 1999. (Repensando o ensino). p.15-25.

FRANCISCHETT, M.N. Estratégias e tentativas do licenciando em geografia para trabalhar mapas com alunos cegos no ensino fundamental. 2006. Dispo-

nível em: http://www.bocc.uff.br/_esp/autor.php?codautor=793

KATUTA, A.M. Uso de mapas = alfabetização cartográfica e/ou leiturização cartográfica? Revista Nuances, Vol.III, setembro de 1997.

KATUTA, A.M. A linguagem cartográfica no ensino superior e básico. In: PONTUSCHKA, N.N.; OLIVEIRA, A.U. de. Geografia em Perspectiva: ensino e pesquisa. São Paulo, Contexto, 2004. p.133-140.

MENEGUETTE, A. Cartografia inclusiva. Plataforma Academia.edu. 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/8520393/Cartografia_Inclusiva.

MENEGUETTE, A. Cartografia inclusiva: elaboração de maquetes táteis e sonoras para a Unesp - Campus de Presidente Prudente. Plataforma Academia.edu. 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/8520339/Cartografia_Inclusiva_elabora%C3%A7%C3%A3o_de_maquetes_t%C3%A1teis_e_sonoras_para_a_Unesp_C%C3%A2mpus_de_Presidente_Prudente

PAGANELLI, T. A noção de Espaço e de Tempo. In: Revista Orientação no.6, IG/USP, São Paulo, nov./1985.

SIMIELLI, M.E.R. Cartografia no ensino fundamental e médio. In: CARLOS, A.F.A.(org.). A geografia na sala de aula. São Paulo: Contexto, 1999. (Repensando o ensino). P.92-108.

SIMIELLI, M.E.R. O mapa como meio de comunicação e a alfabetização cartográfica. In: ALMEIDA, R.D. de. (org.). Cartografia Escolar. São Paulo: Contexto, 2010.

Capítulo 9

Sensoriamento remoto para cartografia básica

1. Introdução ao sensoriamento remoto

Para você começar a fazer seu mapa ou sua carta, por vezes serão utilizadas imagens para um reconhecimento prévio da área. Estas imagens podem ser fotografias aéreas, imagens de satélite, imagens de radar, variando conforme o objetivo do mapa. Todas estas imagens citadas são produtos derivados do sensoriamento remoto.

Em linhas gerais sensoriamento remoto é a captação da informação terrestre sem que haja contato direto entre o pesquisador e o alvo, seja ele uma rocha, a vegetação ou o solo. As definições clássicas de sensoriamento remoto o definem como "utilização de sensores para a aquisição de informação sobre objetos ou fenômenos sem que haja o contato direto entre eles" (NOVO 1992, p. 1), ou ainda "técnica que utiliza sensores para a captação de registro à distância, sem o contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre" (FITZ 2008, p. 109).

A origem do sensoriamento remoto por vezes se confunde com a própria história da fotografia, sobretudo no século XIX. Já no início do século XX ocorreu o desenvolvimento da fotogrametria, impulsionada com o avanço ótico das máquinas fotográficas e dos aviões. Em meados do século XX houve o primeiro experimento com bandas multiespectrais sendo captadas separadamente. Iniciou-se a era orbital com os satélites e o desenvolvimento dos radares de visada lateral (NOVO 1992). No final do século XX e início do século XXI surgiram vários tipos de câmeras e sensores disponíveis para serem operados de forma orbital, suborbital, aérea ou terrestre, ocorrendo o aperfeiçoamento das técnicas desenvolvidas com maiores resoluções espectrais, espaciais e temporais. Foi disseminada a aplicação do sensoriamento remoto para várias ciências.

1.1 Elementos básicos do SR

Como foi evidenciado, o desenvolvimento dos sensores é o próprio desenvolvimento do sensoriamento remoto. Os sensores são equipamentos capazes de coletar a resposta espectral do objeto, apresentando esta informação em um formato possível de ser trabalhado cientificamente (NOVO, 1992).

[1]Entenda neste ponto os veículos lançadores de satélites, os satélites e tudo que é necessário para seu funcionamento como geração de energia, navegação, captação e envio da informação. Pesquisas sobre os alvos espectrais, como transformar a captação em arquivo passível de ser lido, citando as características mais importantes.

[2]Nesta parte são executados processos como realce, ortorretificação, composição, contraste, fotointerpretação, classificação digital, registro, citando alguns dos processos mais comuns.

O sensoriamento remoto é dividido em dois grupos: o sistema de aquisição de dados e o sistema de análise de dados. No sistema de aquisição é onde se desenvolve os sensores e toda a tecnologia necessária para seu pelo funcionamento[1], nesta parte geralmente trabalham os físicos e matemáticos. No sistema de análise de dados são executados os processos sobre a informação[2] para que seja possível a confecção do mapa, nesta parte trabalham geógrafos, geólogos, biólogos e profissionais que trabalham dentro da Ciência da Geoinformação (figura 1).

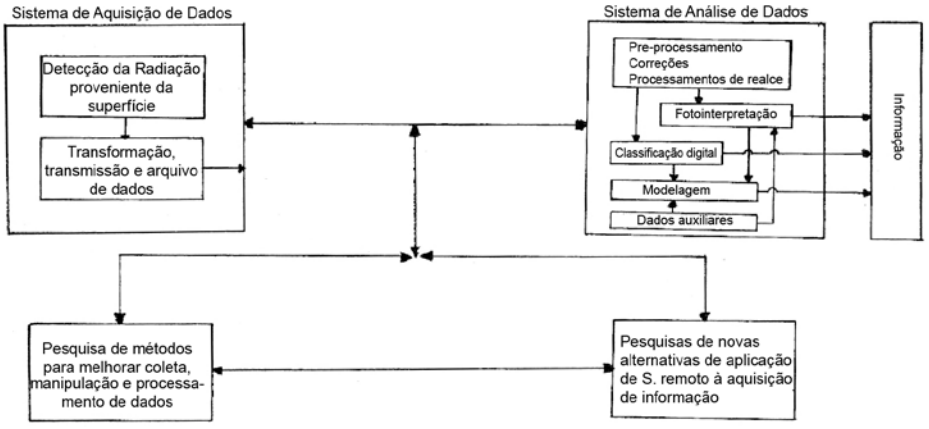

Sistema de Aquisição de Dados
Detecção da Radiação proveniente da superfície
Transformação, transmissão e arquivo de dados
Sistema de Análise de Dados
Pre-processamento
Correções
Processamentos de realce
Fotointerpretação
Classificação digital
Modelagem
Dados auxiliares
Informação
Pesquisa de métodos para melhorar coleta, manipulação e processamento de dados
Pesquisas de novas alternativas de aplicação de S. remoto à aquisição de informação

Figura 1: Componentes básicos do sistema de aquisição de informação por sensoriamento remoto.

Fonte: Novo, E. (1992, p. 6)

Assim sendo, para que exista sensoriamento remoto é necessário que exista três elementos básicos, a fonte emissora de energia, o alvo na superfície e o sistema de imageamento ótico ou o próprio sensor (FITZ, 2008).

A *fonte* emissora de energia na maior parte das vezes é o sol ou pode ser emitida pelo próprio sensor. O *alvo* na superfície é o que você quer mapear, como por exemplo os remanescentes de caatinga de um município, desta forma seu alvo será a caatinga, e o *sensor* é o equipamento que vai captar a resposta da caatinga a radiação emitida pelo sol. Esta captação depois é convertida em uma matriz sendo esta indispensável para a execução do mapa (figura 2).

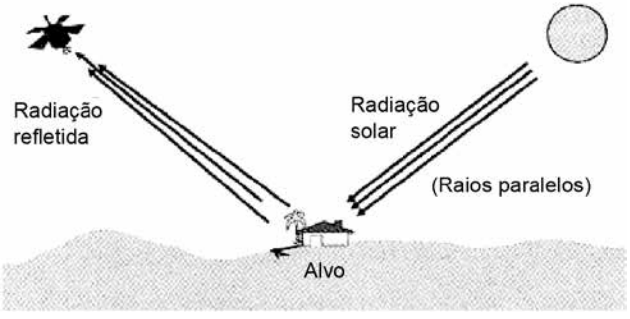


Figura 2: Elementos do sensoriamento remoto

Fonte: Adaptado de Fitz, P. (2008, p. 100)

1.2 Radiação eletromagnética

Tudo que o sensor capta é resposta do alvo à radiação eletromagnética. O mais importante emissor de radiação eletromagnética é o Sol. A radiação emitida por ele se propaga por meio de uma onda eletromagnética. Esta onda possui dois campos, um elétrico e outro magnético, ortogonais entre si, com as características básicas de qualquer onda, o comprimento e a frequência (figura 3).

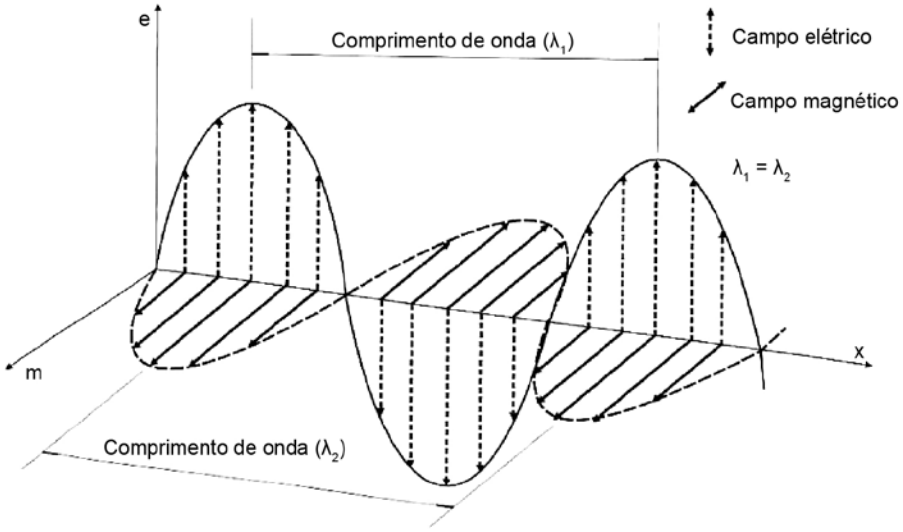


Figura 3: Onda eletromagnética

Fonte: Fitz, P. (2008, p. 101).

Na lição de Fitz (2008) o registro da radiação eletromagnética é executado com o instrumental disponível em uma faixa que varia de 1Hz a 1.024Hz, em termos de frequência, ou em relação ao comprimento de onda, entre 0,01Å e 108m. A faixa completa do espectro está evidenciada na figura 4.

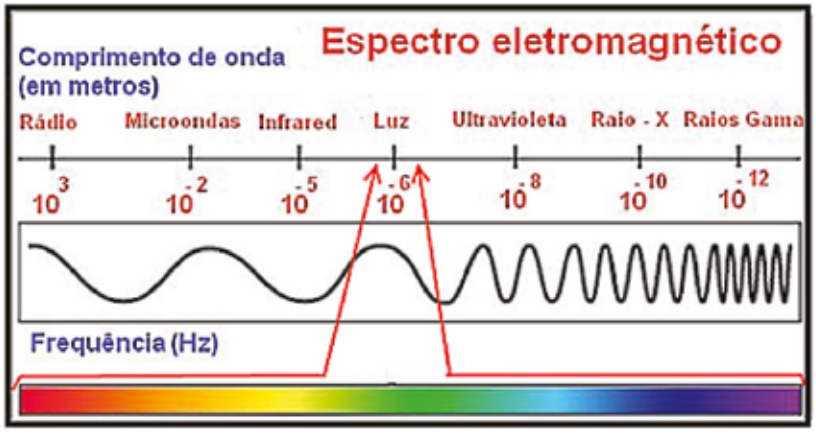


Figura 4: Espectro eletromagnético

Fonte: https://bussoladeplasma.wordpress.com/tag/espectro/page/2/. Acesso em 03/01/2015.

Para a cartografia básica as faixas mais importantes do espectro é a da luz branca ou faixa do visível e o infravermelho. A faixa do visível possui as radiações eletromagnéticas que podem ser detectadas pelo olho. A sensação de cor que é produzida pela luz está associada a diferentes comprimentos de ondas (tabela 01) e a luz branca é a junção de todos os comprimentos de onda (figura 5). A faixa do infravermelho é muito utilizada em SR por estar associada ao calor. A faixa está entre 0,7 µm e 1mm, possuindo dentro dela o infravermelho próximo, médio e distante (FITZ, 2008).

Tabela 01

Faixas da luz visível	
Faixa dentro do visível	Comprimento de onda
Violeta	0,38µm – 0,44µm
Azul	0,44µm – 0,485µm
Ciano	0,485µm – 0,50µm
Verde	0,50µm – 0,565µm
Amarelo	0,565µm – 0,590µm
Laranja	0,590µm – 0,625µm
Vermelho	0,625µm – 0,740µm

Fonte: Fitz, P. (2008).

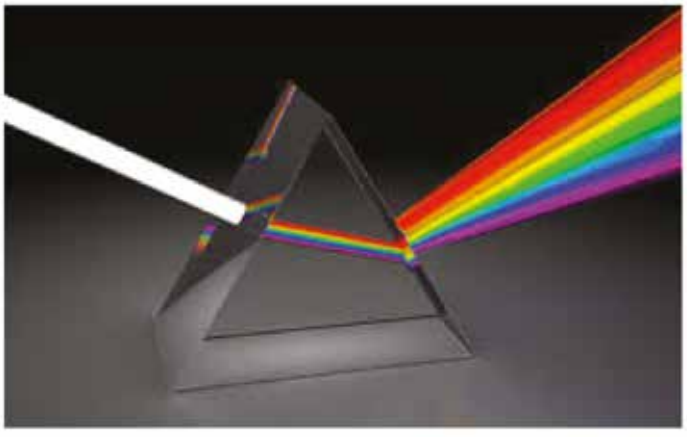


Figura 5: Luz Branca

Fonte: http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/issue/view/5. Acesso em 03/01/2015

Quando se trabalha com alvos específicos como solo, rochas, vegetação, água, é necessário saber onde cada um reflete melhor na faixa do espectro. Sabendo disso o pesquisador seleciona sensores que trabalham especificamente naquela faixa pré-determinada. Se o objetivo é fazer um mapa de uso da terra por exemplo, é necessário saber que este tema reflete melhor nas faixas vermelho, verde e azul. Assim sendo o pesquisador deve trabalhar com sensores que captem as faixas vermelho, verde e azul, por isso se faz indispensável o estudo da resposta espectral dos alvos.

2. Sistema de imageamento

O sistema de imageamento baseado totalmente nos sensores, já foi visto anteriormente o conceito de sensor, neste ponto será trabalhado as características dos sensores. Os sensores podem ser classificados quanto a fonte de energia, quanto a região do espectro que operam, transformação sofrida pela radiação e pela sua localização na terra. As descrições a seguir estão fortemente baseadas em Novo (2010).

Quanto a fonte de energia: são passivos ou ativos. Sensores passivos detectam a radiação solar refletida ou emitida pelos objetos da superfície, desta forma, dependem sempre de uma fonte de radiação externa para captar a informação. Sensores ativos produzem sua própria radiação como os radares e *lasers*.

Região do espectro que operam: sensores termais e sensores de energia refletida. Os sensores termais operam na faixa do infravermelho distante entre 7μm e 15 μm na região do espectro. Os sensores de energia refletida operam nas regiões do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. Exceção aqui feita aos sensores de micro-ondas.

Transformação sofrida pela radiação: aqui pode-se classificar os sensores em imageadores e não imageadores. Os sensores imageadores mostram o resultado final na forma de uma imagem, como uma fotografia aérea ou imagem de satélite. Os sensores não imageadores demostram o resultado final na forma de gráficos, perfis de reflectância ou dados pontuais como os derivados de uma sonda atmosférica.

Os sistemas imageadores ainda podem ser classificados como sistema de varredura ou por quadro. No sistema de varredura a imagem é montada linha a linha, coluna por coluna. Já no sistema por quadro a imagem é captada toda em um mesmo instante como nas fotografias.

Localização na Terra: os sensores podem ser classificados como terrestre, aéreo, sub-orbital ou orbital. A diferença está na localização do sensor em relação ao solo (figura 6).

Figura 6: Localização dos sensores

Fonte: http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm. Acesso em 03/01/2015

2.1. Características das imagens

As imagens de satélite possuem características básicas que as qualificam, estas características são as resoluções espacial, espectral, temporal e radiométrica. A resolução espacial por vezes se confunde com o tamanho do *pixel* propriamente dito. Ou seja, se o *pixel* possui resolução de 5m a resolução espacial da imagem é de 5m (figura 7). Para que você consiga observar o *pixel* é necessário dar um *zoom* na imagem.

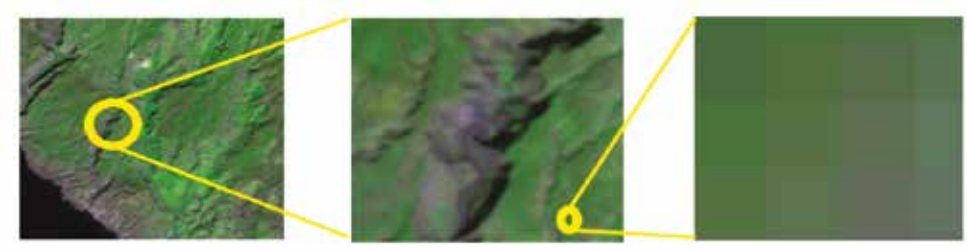


Figura 7: Resolução espacial

A resolução espectral é a medida da largura das faixas espectrais do sensor sobre a região do espectro. Neste caso quanto mais "fina" for a faixa do espectro de abrangência melhor é a resolução espectral. Observe o canal 6 do Landsat 7 (figura 8) é equivalente a três canais do ASTER o 12, 13 e 14. Ou seja a resolução do ASTER é melhor do que a do Landsat. Quanto mais larga for a faixa, mais dados que não são especificamente do alvo será captado, isso degrada a qualidade da imagem.

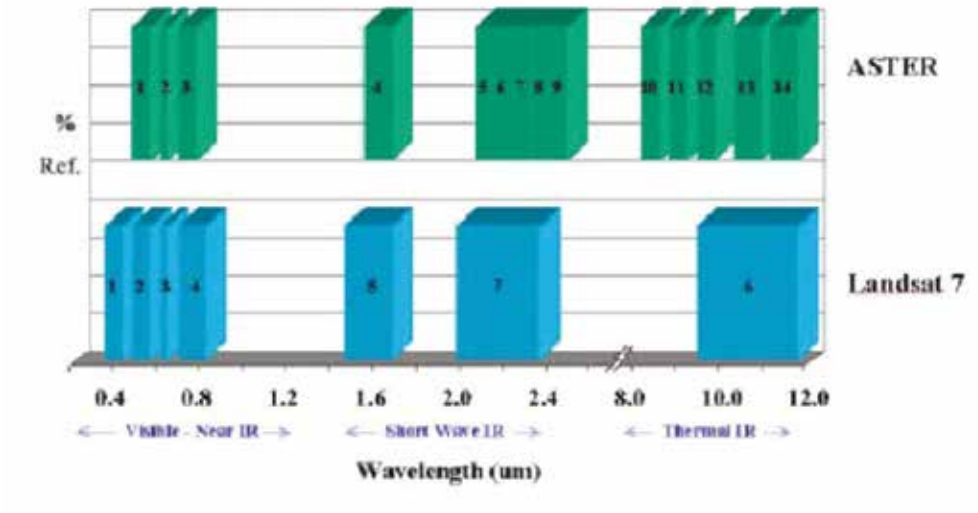


Figura 8: Resolução espectral

Fonte: http://mundogeo.com/blog/2009/07/09/uso-de-dados-aster-para-a-identificacao-da-vegetacao-e-de-oxido-de-ferro/. Acesso em 02/01/2015

Resolução temporal é o tempo de revisita do sensor a uma mesma área. Isso depende da altura, órbita e velocidade do satélite. Esta revisita varia de aproximadamente 20 dias, no caso do Landsat, até algumas horas para os satélites meteorológicos (figura 9).

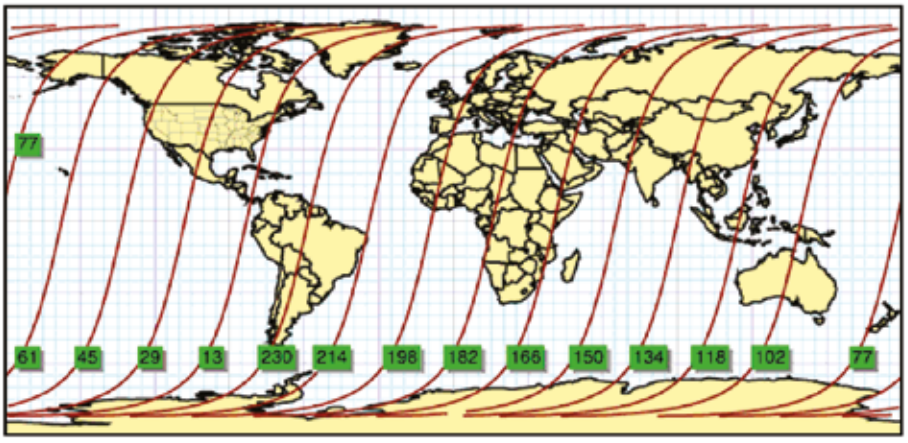


Figura 9: Resolução temporal

Fonte: https://svn.osgeo.org/osgeo/book/es/Datos/Fuentes_datos/. Acesso em 03/01/2015.

A resolução radiométrica de um sensor é a qualidade que este terá em distinguir o maior número de níveis de cinza. As imagens de sensoriamento remoto é uma variação de tons de cinza, indo do branco absoluto até o preto absoluto. Quanto maior o número de bits que a imagem trabalha, melhor a sua resolução radiométrica e melhor é a leitura de alvos diferentes na área imageada. Observe a mesma área na figura 10 imageada com 2 até 2048 níveis de cinza.

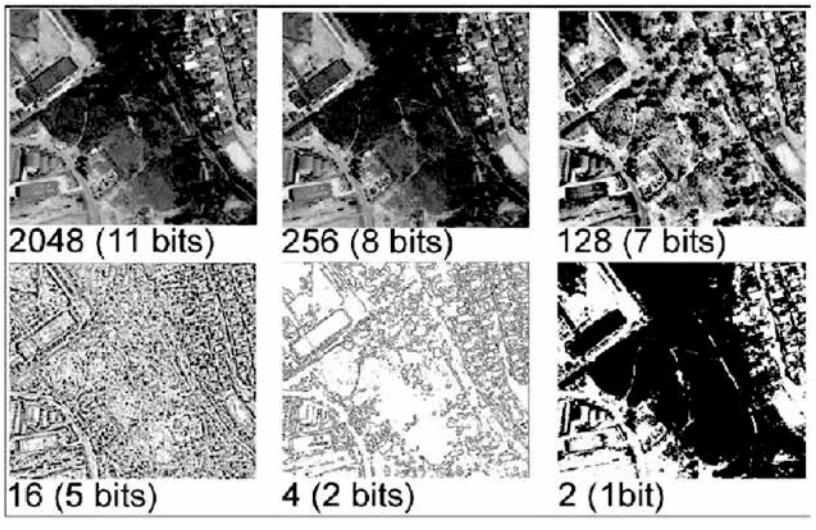


Figura 10: Resolução radiométrica

Fonte: http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/resol.html. Acesso em 03/01/2015.

2.2. Composição da imagem

Cada canal imageia em monocromático uma determinada faixa do espectro, no caso dos sensores orbitais. Para que se tenha imagem colorida é necessária uma composição de cores, normalmente RGB ou CYMK. Então em um software processador de imagem seleciona-se três canais e atribui cada um a um canal R, G ou B. Assim o resultado é a imagem colorida (figura 11).

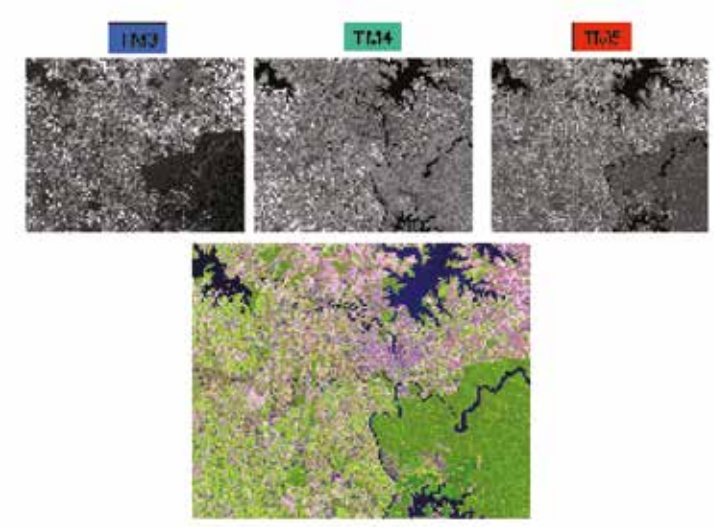


Figura 11: Composição de imagem

Fonte: http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm. Acesso em 03/01/2015

2.3. Interpretação da imagem

Esta imagem depois de composta será interpretada. A interpretação pode ser visual utilizando parâmetros pré-determinados, as chaves de interpretação, ou interpretação radiométrica.

A interpretação visual é aplicada geralmente para áreas pequenas ou espaços em que o pesquisador já tem conhecimento prévio do terreno. Atrelado a isso unem-se características de fotointerpretação como tonalidade, forma, padrão, densidade, declividade, textura, tamanho, sombra, posição regional e características de adjacência. Com este conhecimento o mapa é vetorizado manualmente pelo pesquisador

A interpretação radiométrica utiliza a energia eletromagnética para auxiliar o pesquisador na identificação de locais representativos. Observe a figura 12 é um perímetro de fazenda onde o objeto a ser mapeado é o solo. A partir da identificação da área, o pesquisador trabalhou a imagem e selecionou duas áreas prévias para executar a trincheira.

Nestas duas áreas selecionadas a resposta espectral é bastante diferente o que indica provavelmente solos bem diferentes. As demais áreas são

próximas da região do espetro de uma das duas indicando uma possível transição entre ambas. Desta forma o pesquisador diminui o tempo em campo e o trabalho ganha em conteúdo técnico-científico.

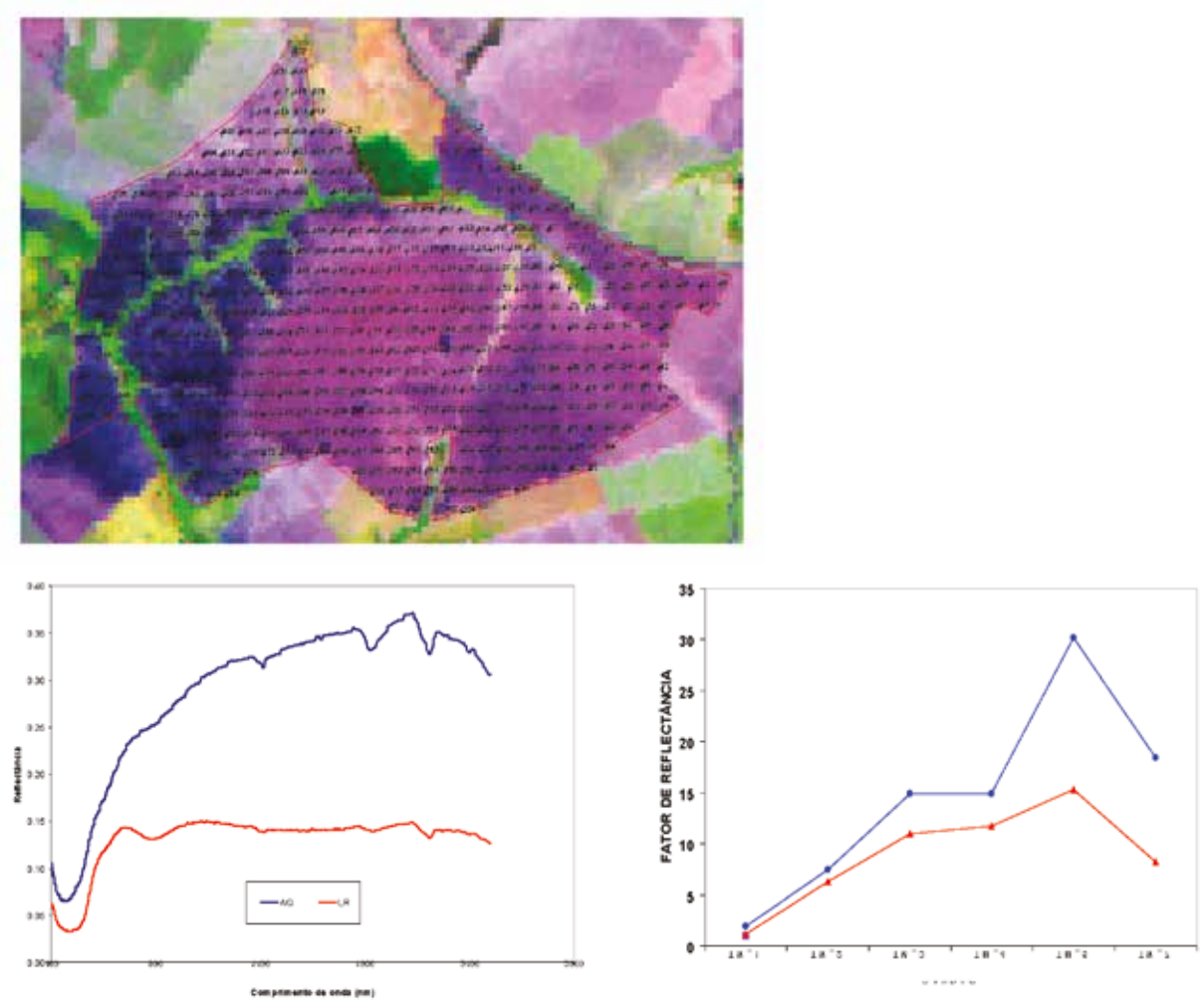


Figura 12: Comportamento espectral dos solos de uma área.

3. Outros produtos de sensoriamento remoto

Além das fotografias aéreas e imagens de satélites, existem outros produtos derivados de sensoriamento remoto como a imagem de radar e as matrizes derivadas dos espectrorradiômetros. A vantagem do radar sobre o satélite é que suas imagens não necessitam de luz solar, visto que o radar é um sensor ativo e possuem a capacidade de penetrarem camadas de nuvens ou vegetação (figura 13). Os espectrorradiômetros podem ser portáteis ou não e faz a leitura espectral de uma área ou amostra predeterminada, tem como resultado final um gráfico de reflectância (figura 14).

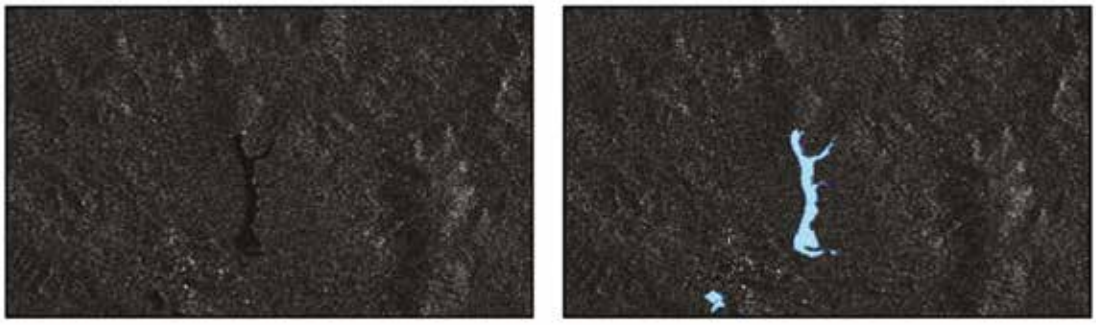


Figura 13: Imagem de radar

Fonte: http://mundogeo.com/blog/2000/01/01/aplicacoes-ambientais-de-radar-na-vale/. Acesso em 03/01/2015

Figura 14: Espectrorradiômetro

Fonte: http://www.lunus.com.br/?page_id=968. Acesso em 03/01/2015

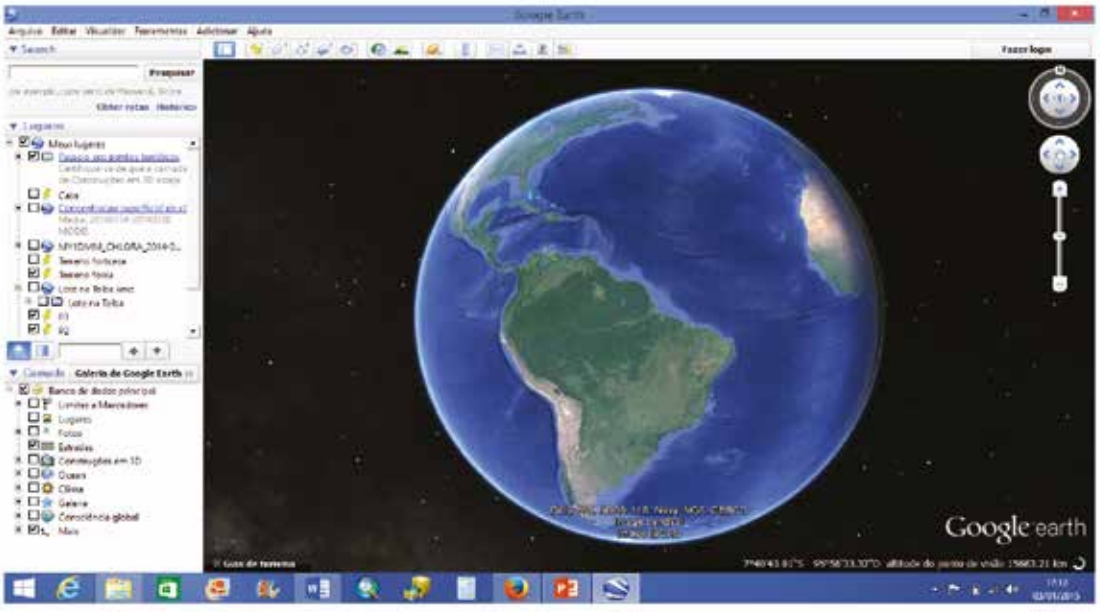
Atividades de avaliação

Pratica com google earth

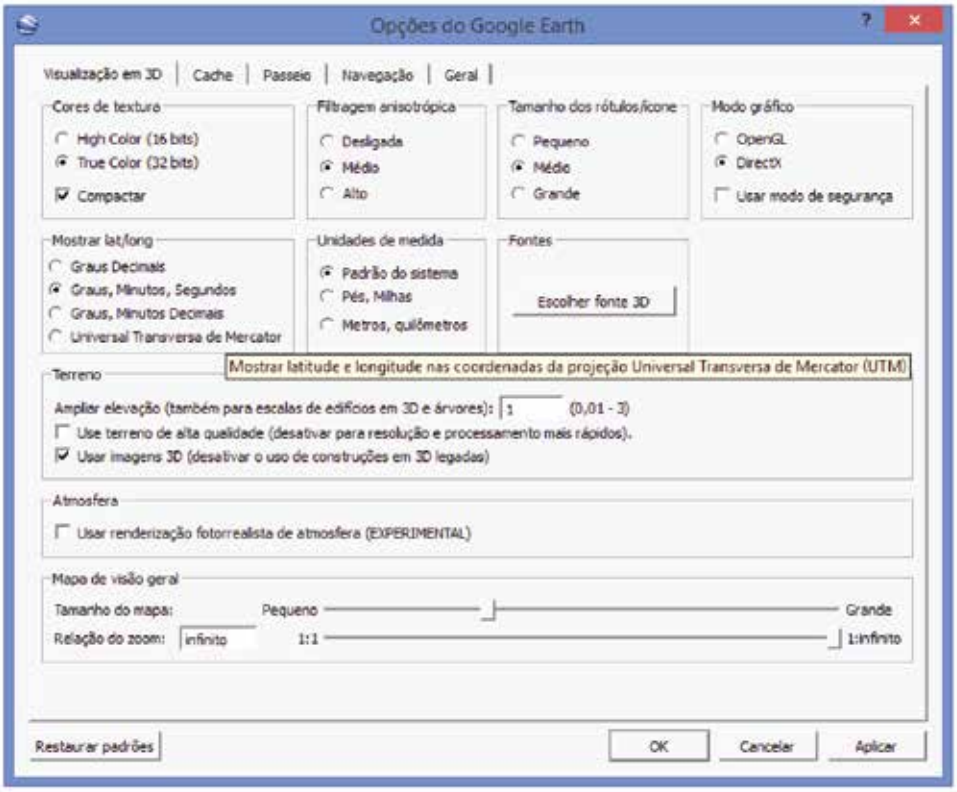
Sem dúvida o Google Earth aproximou o sensoriamento remoto de toda a população independente de ser pesquisador ou não. Hoje em dia qualquer pessoa aprende a interpretar e manipular uma imagem via interface do Google Earth. No entanto é necessário conhecimento técnico sobre a interface do Google para compreensão do sistema geodésico por trás da projeção do globo, tipo de imagem, padrão de coordenadas e outros detalhes.

Neste exercício vamos aprender a configurar o Google Earth e desenhar uma área de interesse.

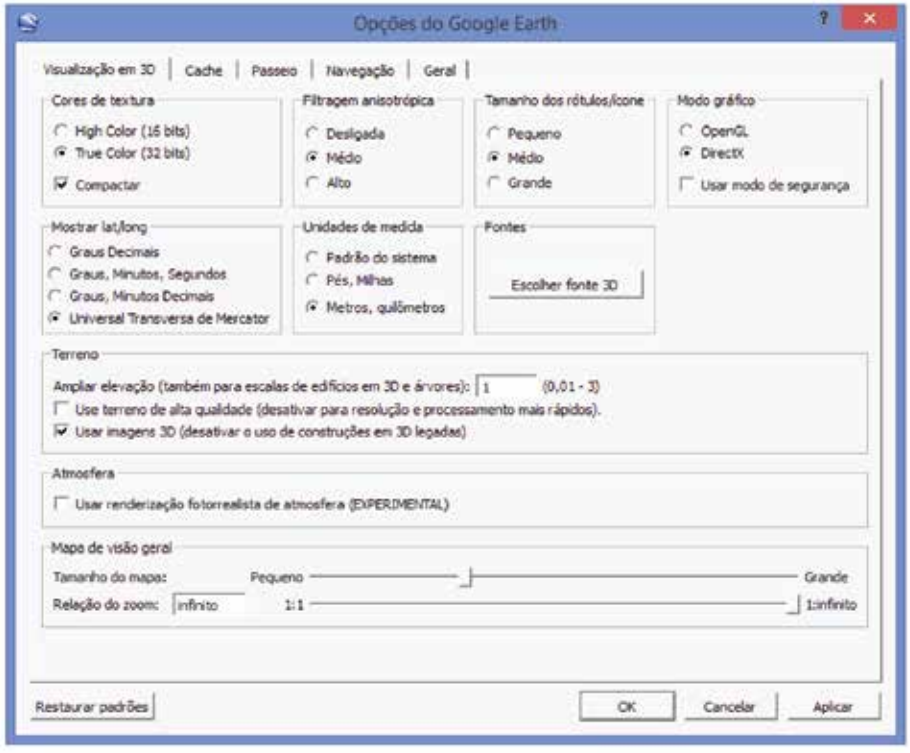
1. Inicie o Google Earth



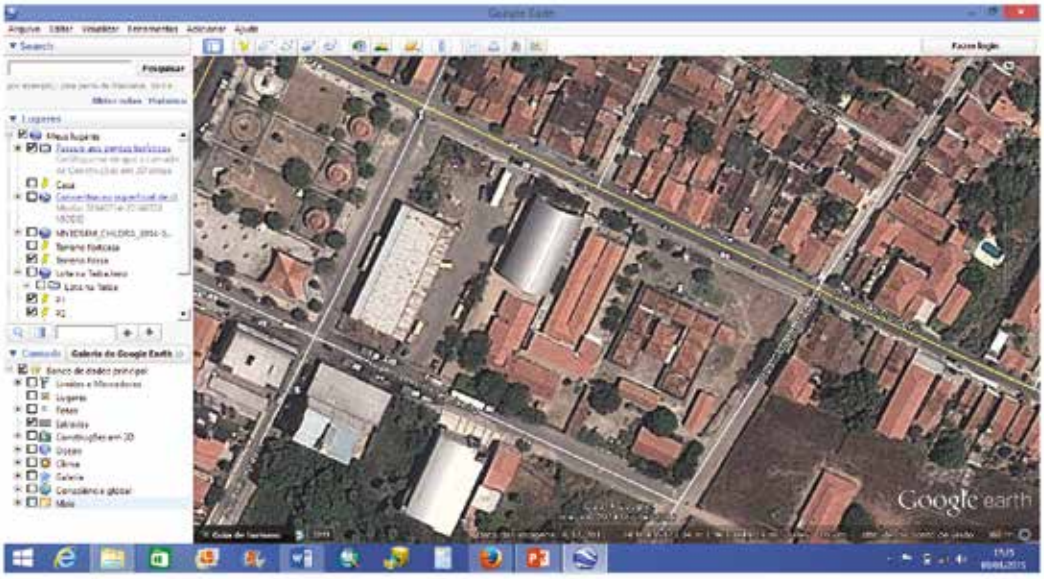
2. Na barra de ferramentas clique em *ferramentas* → *opções* e aparecerá a tela seguinte



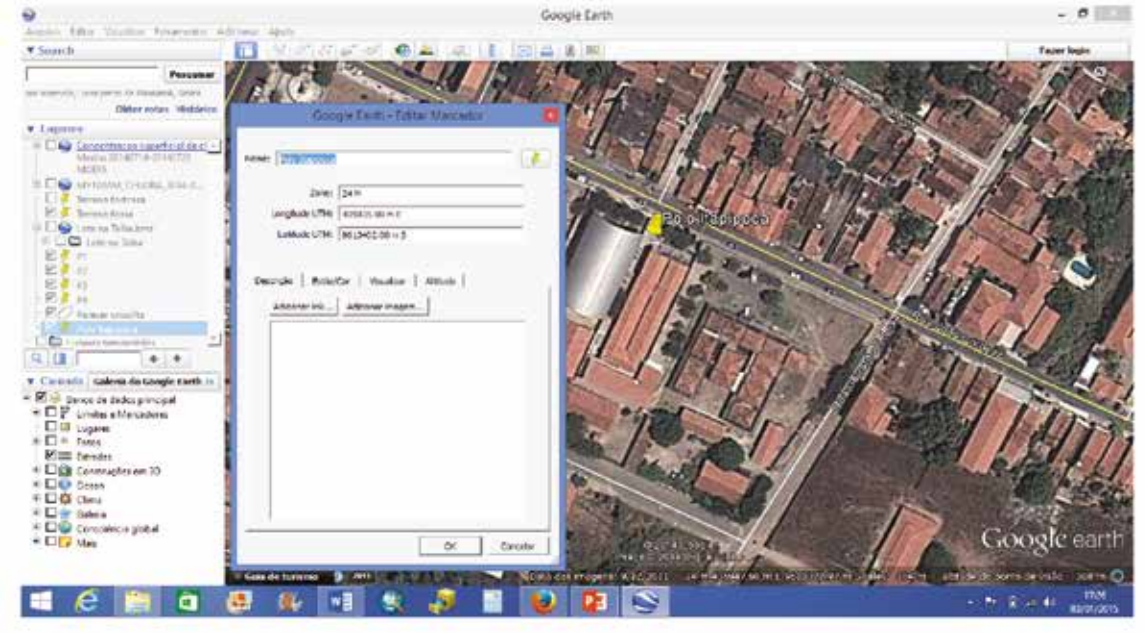
3. No diálogo *Mostrar lat/long* clique em Universal Transversa de Mercator, os parâmetros desta projeção foram vistos em capítulos anteriores.
4. No diálogo *Unidades de medida* clique na opção Metros, quilômetros. A caixa de diálogo vai ficar semelhante a da sequencia



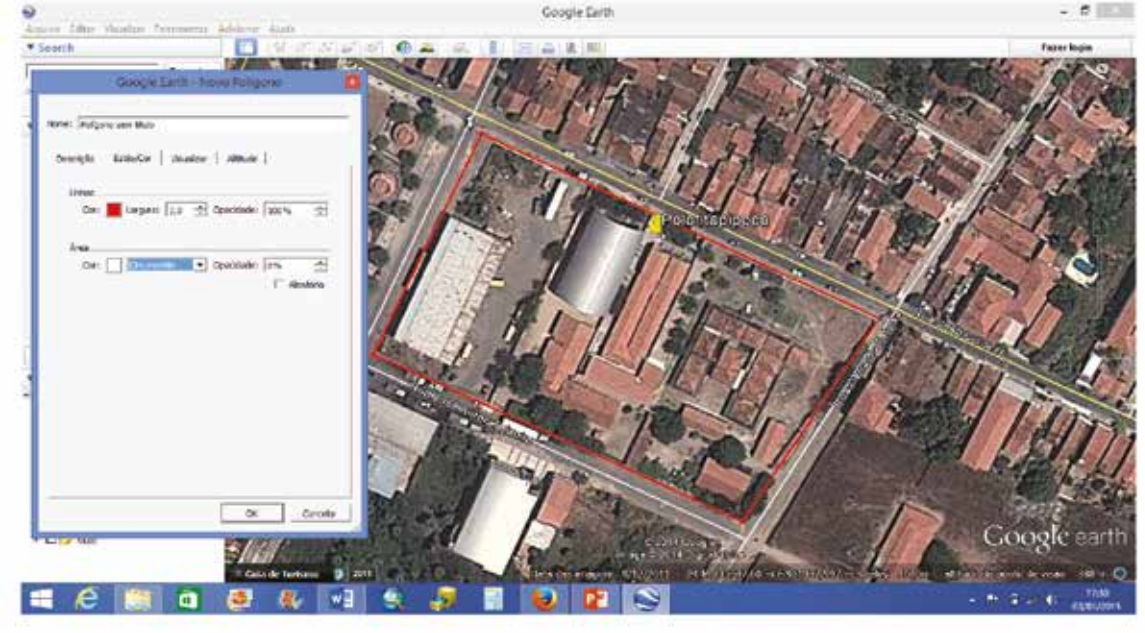
5. Localize o seu polo no Google Earth. Dica: utilize as coordenadas levantadas nos exercícios anteriores.



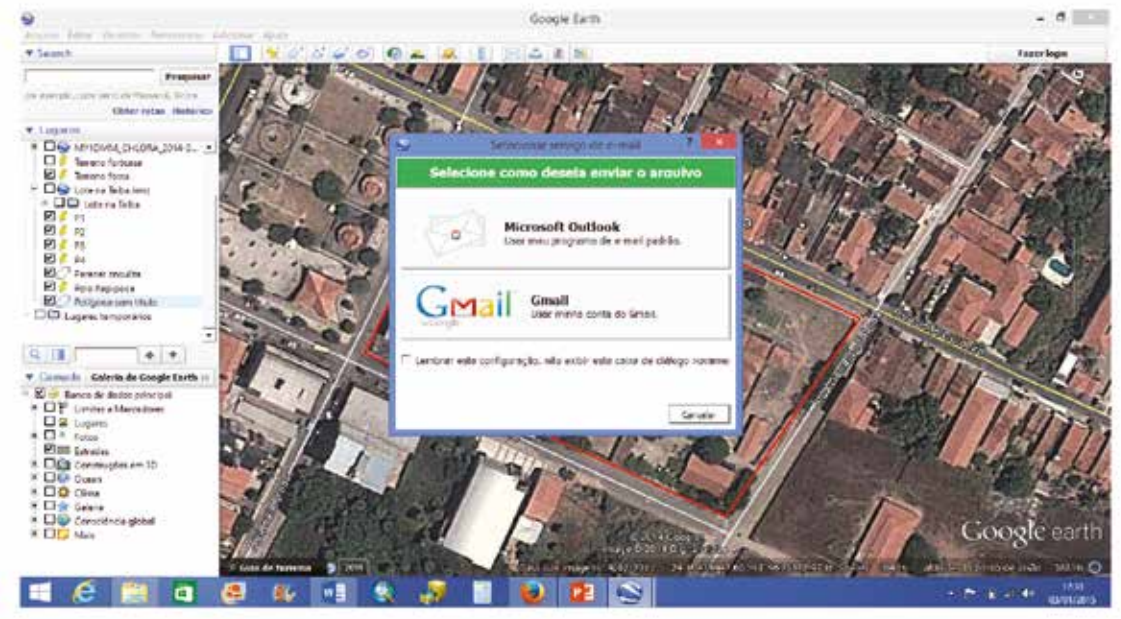
6. Coloque um marcador no polo. O botão do marcador está na barra de ferramenta abaixo da palavra ajuda. Dica: o sistema geodésico base do Google Earth é o WGS 84, portanto suas coordenadas devem estar em WGS 84 para ficar no mesmo local que foi coletada.



7. Insira um polígono em torno da quadra do seu polo. Utilize a ferramenta adicionar polígono. Você pode editar o polígono na caixa de diálogo que abrirá.

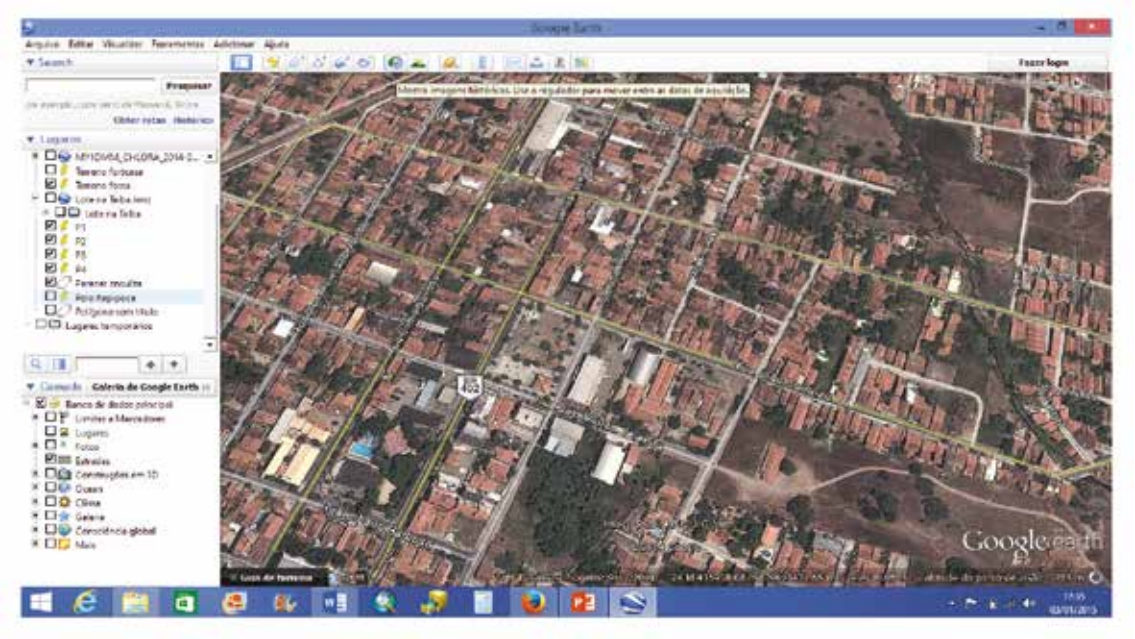


8. Você pode enviar este arquivo para qualquer pessoa por e-mail. Clique em cima do nome na árvore de conteúdo com o botão direito e envie por e-mail.



9. Na direita da tela na parte superior tem o controle da rosa dos ventos, você pode direcionar o norte para qualquer posição. Além disso existe o Street View (figura de uma pessoa) que pode colocar na rua e ter a visão do nível do solo.

10. Você pode também pesquisar imagens histórias na opção mostrar imagens históricas.



Referências

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 160p.

NOVO, Evelyn M. L. Moraes. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 2ªed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 308p.

NOVO, Evelyn M. L. Moraes. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 4ªed revista. São Paulo: Edgard Blücher, 2010. 387p.

MENESES, Roberto; NETTO, José da Silva Madeira (org). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 262p

Sobre os autores

Marcus Vinicius Chagas da Silva: é Geógrafo pela Universidade Federal do Ceará e mestre em Geografia Física pela Universidade Estadual do Ceará. Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC), lotado no Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) e aluno regularmente matriculado do curso de doutorado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. Trabalha com análise ambiental e geoprocessamento.

Érika Gomes Brito: é Geógrafa com mestrado pela Universidade Estadual do Ceará. É professora Assistente da Universidade Estadual do Ceará campus da FAFIDAM. Ministra disciplinas na área da Geografia Física como cartografia e sensoriamento remoto. Cursando o doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Ceará.

Geografia

Fiel a sua missão de interiorizar o ensino superior no estado Ceará, a UECE, como uma instituição que participa do Sistema Universidade Aberta do Brasil, vem ampliando a oferta de cursos de graduação e pós-graduação na modalidade de educação a distância, e gerando experiências e possibilidades inovadoras com uso das novas plataformas tecnológicas decorrentes da popularização da internet, funcionamento do cinturão digital e massificação dos computadores pessoais.

Comprometida com a formação de professores em todos os níveis e a qualificação dos servidores públicos para bem servir ao Estado, os cursos da UAB/UECE atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pelos normativos legais do Governo Federal e se articulam com as demandas de desenvolvimento das regiões do Ceará.

ISBN 978-85-78265-71-7

Universidade Estadual do Ceará

UAB UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL

CAPES